FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

FEBBRAIO 1985 L. 4500

Лучшие публикации на итальянском

ALL'INTERNO
COMPUTER GAMES

INGEGNERIA GENETICA: PROMESSE E RISCHI

I RIMORCHIATORI DELLO SPAZIO

Sped. in abb. postale Gr. III/70

ALBERTO PERUZZO EDITORE

foto USIS Milano

La navetta Challenger vista dalla fotocamera fissata sul casco dell'astronauta Bruce McCandless. Dalla stiva partiranno gli OMV con i satelliti da collocare in orbita.

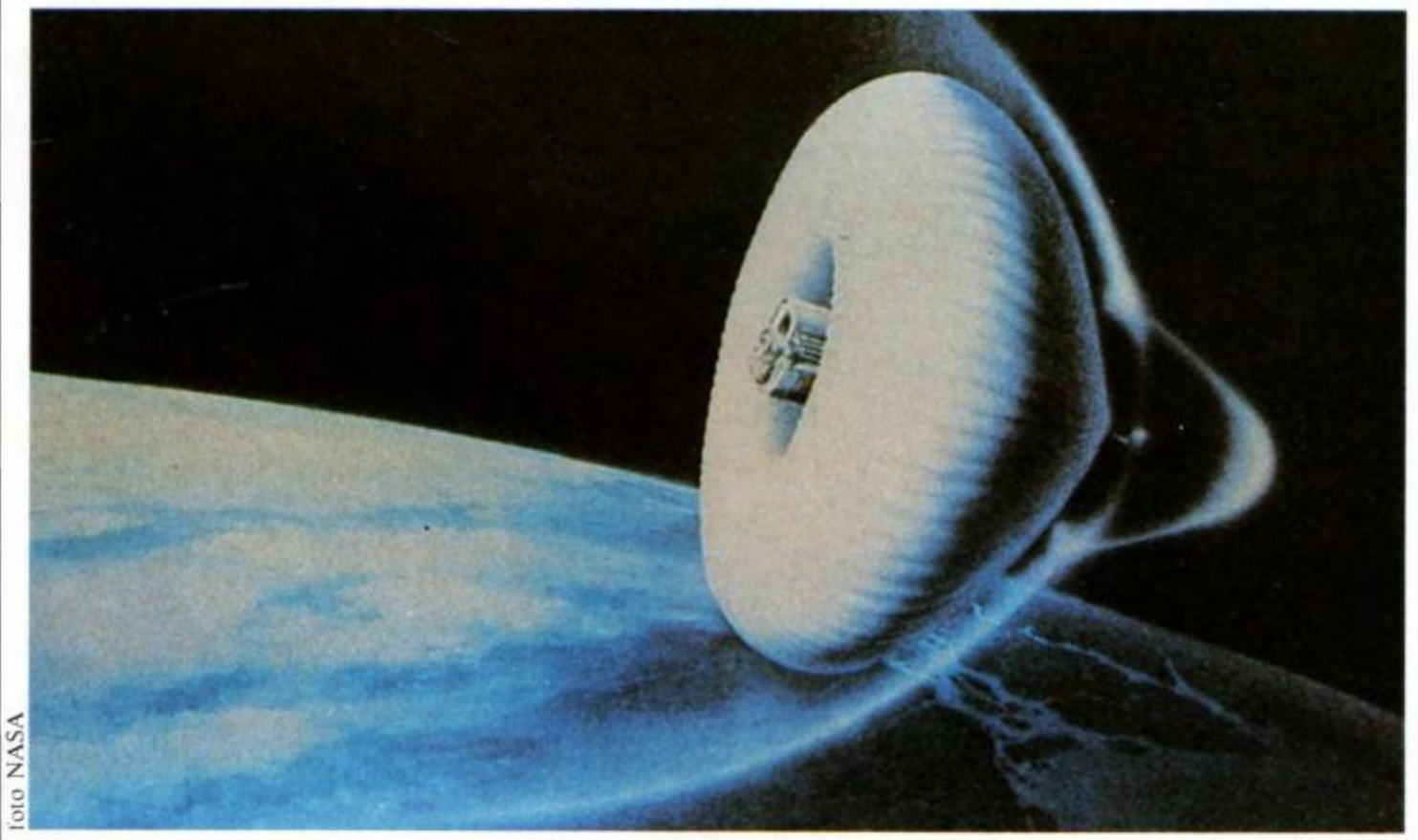


foto NASA

L'Orbital Transfer Vehicle sarà una versione più raffinata dell'OMV. Per ricongiungersi allo Shuttle utilizzerà un pallone gonfiabile che ne rallenterà la discesa nell'atmosfera.

Recuperare i satelliti andati persi è però pur sempre il rimedio a un fallimento; e per essere sicura di non fallire in futuro, quando oltre ai piccoli oggetti si dovranno movimentare in orbita le strutture molto più grandi delle annunciate stazioni spaziali permanenti, la NASA ha lanciato il suo appello per disporre di un veicolo di servizio efficiente e estremamente affidabile.

All'invito hanno risposto tre consorzi di aziende aerospaziali, uno dei quali comprendente le società americane Boeing Aerospace e Rocketdyne e l'Aeritalia di Torino, che per suo conto sta sviluppando un upper stage, battezzato Iris, che dovrebbe debuttare nel 1987 spingendo in orbita geostazionaria il satellite geodetico Lageos II.

L'OMV delineato da questo consorzio sarà alto circa un metro e mezzo e avrà un diametro di circa 3 metri. Disporrà di un sistema computerizzato di navigazione e controllo dei dati di volo, e sarà propulso da una serie di motori a razzo a grande autonomia. La caratteristica principale del mezzo sarà costituita da un modulo di aggancio (docking) morbido, del cui studio è stata incaricata l'Aeritalia. Già, perché oltre alle normali funzioni di «ascensore» per satelliti, l'OMV del trio Boeing-Rocketdyne-Aeritalia potrà essere usato per ridare velocità agli oggetti orbitali in fase di rallentamento, consentendo così di evitare costose missioni di salvataggio dello Space Shuttle, per ispezionare satelliti in avaria e come piattaforma mobile per strumenti scientifici.

Al termine di ogni missione, l'OMV verrà riportato a terra con lo Shuttle per essere revisionato e rifornito per un nuovo volo; oppure, più in là con gli anni, potrà attraccare direttamente a una stazione spaziale ed essere adibito, tra una spola e l'altra con i satelliti, ai collegamenti tra la stazione stessa ed eventuali piattaforme periferiche.

Ma i progetti della NASA nel campo dei rimorchiatori spaziali non si fermano qui. Per le missioni interplanetarie l'ente americano intende ricorrere al potente Centaur G, che già viene utilizzato come stadio superiore del missile Titan. In particolare, una versione del Centaur G compatibile con lo Shuttle dovrebbe servire per lanciare verso Giove, probabilmente nel 1986, la sonda Galileo destinata a svelare i misteri dell'atmosfera e della superficie del maggior pianeta del nostro sistema solare.

Sempre con un occhio al suo bilancio, la NASA sta già studiando anche una variante al progetto OMV. Infatti, per riportare il veicolo su un'orbita accessibile allo Shuttle sarà necessario decelerarne la corsa ricorrendo al suo sistema propulsivo; se, invece dei razzi, si utilizzasse l'effetto frenante dell'atmosfera terrestre, si otterrebbe lo stesso risultato. Ecco allora che il Marshall Space Flight Center ha concepito un OTV (Orbital Transfer Vehicle) dotato di un pallone gonfiabile a comando, il cui attrito con gli strati più alti dell'atmosfera rallenterebbe la discesa del mezzo: il risparmio di propellente si tradurrebbe in un consistente aumento dell'autonomia di volo oppure, imbarcando meno propellente, in un incremento della capacità di carico. ∞

Ecco i veicoli di manovra che porteranno in orbita i satelliti e le stazioni spaziali.

OMV: ARRIVANO I MULETTI DELLO SPAZIO

di MAURIZIO BIANCHI

No, non ci sarà pericolo che qualche alieno bellicoso si infili di soppiatto nei rimorchiatori che la NASA, basandosi su un concetto elaborato dagli scienziati del Marshall Space Flight Center, conta di far costruire e utilizzare negli anni Novanta per potenziare i suoi sistemi di trasporto spaziale. Non correremo questo rischio perché, a differenza della colossale e sinistra astronave *Nostromo*, protagonista del film *Alien*, del regista Ridley Scott, i rimorchiatori voluti dall'ente spaziale americano, o per meglio dire gli «Orbital Manoeuvering Vehicles» (OMV, veicoli di manovra orbitale), non si inoltreranno nelle profondità siderali ma limiteranno le loro escursioni entro confini conosciuti, fino a 36.000-40.000 chilometri dalla Terra, saranno ermeticamente chiusi e automatizzati e avranno dimensioni contenute in modo da poter essere ospitati a bordo dello Space Shuttle.

Nelle intenzioni della NASA gli OMV dovrebbero rappresentare la risposta vincente a uno degli inconvenienti più spiacevoli tra quelli che hanno finora caratterizzato i voli dello Shuttle: la mancata messa in orbita di alcuni costosissimi e sofisticatissimi satelliti per telecomunicazioni che, invece di collocarsi nella posizione prestabilita rispetto al nostro pianeta, sono andati mestamente alla deriva tra la delusione degli astronauti della navetta, la stizza delle società che avevano affidato alla NASA il loro

foto Boeing Aerospace

Raffigurazione pittorica del veicolo di manovra orbitale (OMV) progettato dalle società Aeritalia, Rocketdyne e Boeing Aerospace.

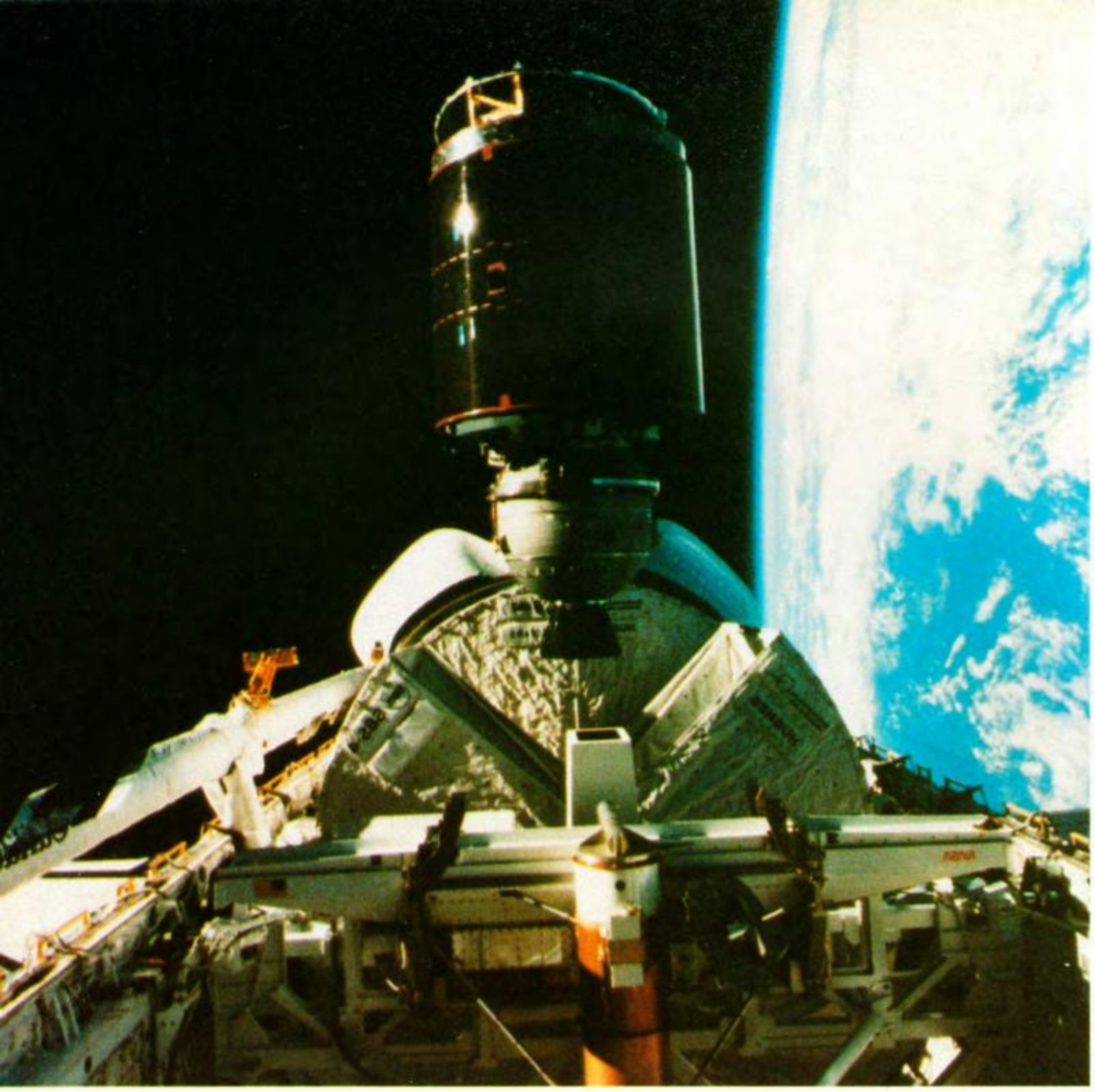


foto USIS Milano

Il satellite per telecomunicazioni Syncom 4 viene «sparato» fuori dalla stiva della navetta Discovery. Sarà poi spinto in orbita dall'«upper stage» fissato alla sua base.

prezioso carico e la costernazione delle compagnie di assicurazione costrette a pagare fior di risarcimenti.
Un inconveniente, per la verità, non imputabile allo Space Shuttle, che ha sempre svolto con precisione il compito di sua competenza, ossia spingere fuori dalla stiva il carico che deve poi raggiungere per suo conto l'orbita fissata. Ma l'opinione pubblica non sempre sa operare dei «distinguo» e ha perciò accomunato nell'insuccesso anche chi, come la navetta americana, di colpe non ne ha, almeno di questo genere.
Questo, poi, in un momento in cui il diretto concorrente dello Shuttle, vale a dire il lanciatore europeo Ariane, superati i mali di gioventù, ha cominciato a inanellare un successo dietro l'altro, immettendo i satelliti trasportati direttamente sull'orbita voluta: l'ultimo viaggio dell'Ariane, nel novembre scorso, si è concluso felicemente con la collocazione a 36.000 chilometri dalla Terra di due satelliti per telecomunicazioni, lo Spacenet 2 e il Marecs B2.
A differenza del vettore europeo, la navetta americana non può allontanarsi oltre i 1.000-1.200 chilometri dal nostro pianeta, mentre i satelliti artificiali e altri carichi trasportati operano su orbite molto più alte. È il caso, per esempio, dei satelliti per telecomunicazioni che stanno sulla cosiddetta orbita geostazionaria, a 36.000 chilometri di altezza, dove il loro periodo di rivoluzione è sincronizzato con quello di rotazione della Terra attorno al proprio asse: i satelliti risultano immobili rispetto a un punto della superficie terrestre, di cui possono pertanto coprire un ampio settore in modo permanente.
In conseguenza, i satelliti destinati a un'orbita geostazionaria hanno bisogno, dopo essere stati «sparati» fuori dalla stiva dello Shuttle, di una spinta supplementare per raggiungere la posizione desiderata. Questa incombenza è affidata a un sistema di guida e propulsione a razzo, denominato «stadio superiore» (upper stage) o anche motore d'apogeo, che si è rivelato il vero punto debole dell'intera procedura.
L'upper stage è in sostanza un piccolo razzo monostadio, dotato di un dispositivo di navigazione pre-programmato e controllabile da terra per eventuali modifiche della traiettoria. La sequenza di lancio si svolge così: il satellite viene eiettato fuori dal suo contenitore protettivo, all'interno della stiva dello Shuttle, per mezzo di un meccanismo a molla che imprime all'oggetto una spinta sufficiente a collocarlo a una distanza di sicurezza dalla navetta. Trascorso un tempo predeterminato dal momento dell'eiezione, generalmente 45-60 minuti, il motore a razzo dell'«upper stage» si accende automaticamente e, sulla base dei dati di volo registrati dal sensore di volo, spinge il satellite verso la posizione desiderata.
Finora la NASA si è servita di due upper stage: il PAM (Payload Assist Module), realizzato dalla McDonnell Douglas Astronautics e disponibile in due versioni (per carichi piccoli e medi); e l'IUS (Inertial Upper Stage), un sistema a due stadi sviluppato dalla Boeing Aerospace e destinato alla messa in orbita di oggetti molto pesanti. Ebbene, sia il PAM che l'IUS non hanno fornito prestazioni esaltanti: al difettoso funzionamento del primo è stata infatti attribuita, tra l'altro, la perdita dei satelliti Palapa B2, indonesiano, e Westar 6, americano, mentre il secondo non ce l'ha fatta a posizionare uno dei due giganteschi TDR Satellite, preposti alla raccolta dei dati e allo smistamento delle comunicazioni tra la navetta in orbita e le stazioni di controllo a terra.
La NASA è corsa subito ai ripari per recuperare credibilità, e contratti, al suo sistema di trasporto spaziale, anche perché il cliente più facoltoso, il Dipartimento USA della difesa (che ha pagato quasi il 50 per cento delle spese di sviluppo e costruzione della navetta), ha ventilato la possibilità di utilizzare razzi vettori convenzionali per lanciare in orbita parte dei suoi futuri satelliti.
È così che lo Space Shuttle si è trasformato, e in modo eccellente, da trasportatore in cacciatore di satelliti: sempre nel novembre scorso, quasi in concomitanza con l'exploit dell'Ariane, gli astronauti della navetta Discovery hanno recuperato sia il Palapa B2 sia il Westar 6, riportandoli trionfalmente a terra e inaugurando ufficialmente quello che è stato definito il «mercato dell'usato» dei satelliti artificiali.

A destra, sopra, il potente «upper stage» Centaur che la NASA conta di utilizzare per lanciare alcune sonde interplanetarie direttamente dallo spazio circumterrestre. A lato, ecco l'ultima versione della futura stazione orbitale USA.

foto ESA

foto NASA

FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

SETTEMBRE 1983 L.3500

ESCLUSIVO:
TUTTE LE ARMI SEGRETE PER LA GUERRA SPAZIALE

IMPARIAMO A FOTOGRAFARE LE STELLE

LE COMETE SONO ABITABILI

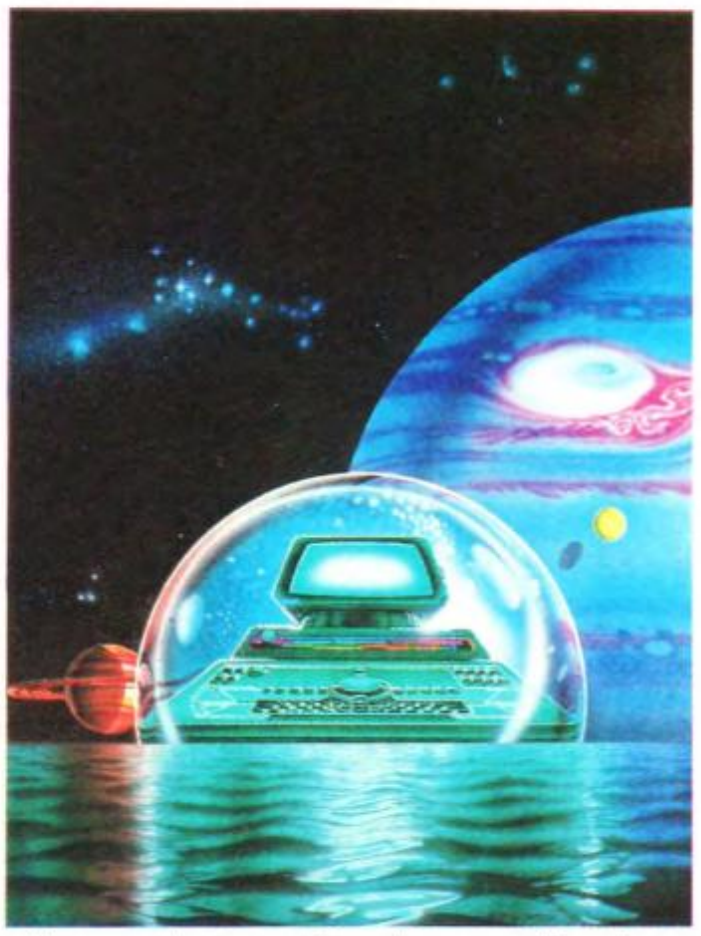
SPECIALE VIDEOGIOCHI

ALBERTO PERUZZO EDITORE

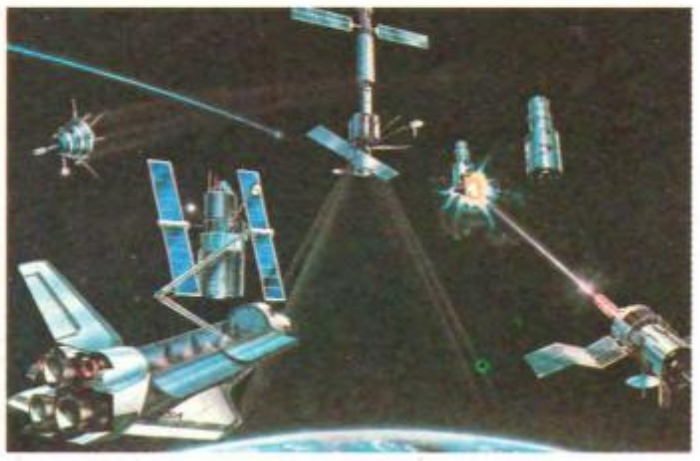
FUTURA
LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

DIRETTORE RESPONSABILE: GIAN FRANCO VENÈ

ANNO I - N. 1 - SETTEMBRE 1983 - L. 3500



«Alba cosmica»: questa prima copertina di FUTURA *è una creazione di Antonio Dall'Osso.*



Usa e Urss stanno trasformando lo spazio in un arsenale (disegno di Mario Russo). *Servizio a pag. 14*

Il Nobel Bengt Samuelsson. *Intervista a pag. 28*

Il carbone sarà l'energia del futuro. *Servizio a pag. 22*

GRANDI SERVIZI

Guerra mondiale nello spazio
di *Peter Kolosimo*
Le armi segrete delle superpotenze per affrontarsi nel cosmo **14**

Energia: ritorna il carbone
di *Antonia Marchi*
Grazie a nuove tecnologie la più antica fonte energetica sostituirà il petrolio **22**

Come si fotografano le stelle
di *Marco Milani*
I piccoli telescopi e i sistemi più semplici per diventare astrofotografi **34**

Lassù, sulle comete c'è un eden
di *Franco Foresta Martin*
Nel 1985 avremo finalmente la certezza che sulle comete si può vivere meravigliosamente **52**

Che lingua parlano le piante
di *Gilda Musa*
Come la scienza ha scoperto che gli alberi comunicano tra loro **56**

INTERVISTA

Bengt Samuelsson
di *Nadia Gelmi*
Il premio Nobel 1982 per la medicina spiega come ha scoperto le sentinelle della salute **28**

FUTURA FLASH

Il bang aereo è una terapia
di *Piero Baldi* **43**
Scoperta la particella «Z» / Le Alpi diranno che tempo fa / I capolavori dell'arte in videodisco / Nonna Lucy camminava? / Quant'è grande il cosmo / La «polvere» sostituisce la vernice / Il miracolo della vigna nigeriana / Un laser analista chimico / Walky-Talky via satellite / Il sestante che non sbaglia mai / Nuovo club energie pulite / Chiamate Challenger 900-410-6272 / Il bluff cinese sui terremoti / Elettronica contro i falsari / Le spiagge diminuiscono / Il computer diventa storico dell'arte **44-50**

FANTASCIENZA E ARTE FANTASTICA

Il canto del Monte Olimpo
Racconto di *Michael Bishop* **62**
SF News
di *Laura Serra* **69**
Astronavi umane
Dipinti di *John Berkey* **72**

GIOCHI ELETTRONICI

a cura di *Aldo Grasso*

Novità
Cinque proposte dalle marche leader **76**
Giocando s'impara
Dal videogame al computer **78**
Cassette pirata
Come difendersi dai falsi **79**
Proposte
Un po' d'ordine nell'hardware **80**
Mercato
Venti best-seller **80**

ATTUALITÀ E RUBRICHE

Prima parola
di *Gian Franco Venè*
Scienza e coscienza **4**
Lettere **7**
Spazio
di *Maurizio Bianchi*
Berremo l'acqua della Luna **8**
Vita
di *Fulco Pratesi*
La nuova era dei mostri **10**
Corpo
di *Cristiano Ravarino*
Un superman atomico **11**
Esplorazioni
di *Maurizio Rabolini*
Ecco il rivela-nemici **12**
Cinema
di *Claudio Lazzaro*
Fino all'ultima molecola **84**
Libri
di *Nadia Gelmi*
E Galileo mi disse... **87**
Primopiano
Fotografia di *Paolo Fioratti* **88**
Ultima parola
di *Arno Penzias*
Telefoni più «intelligenti» **90**

SCIENZA FUTURA - Peruzzo Periodici del GRUPPO ALBERTO PERUZZO, 20154 Milano, Via T. Speri 8, tel. (02) 3452011/6596101. Telex APER I 314041.

Diritti riservati. Copyright 1983 Peruzzo Periodici.

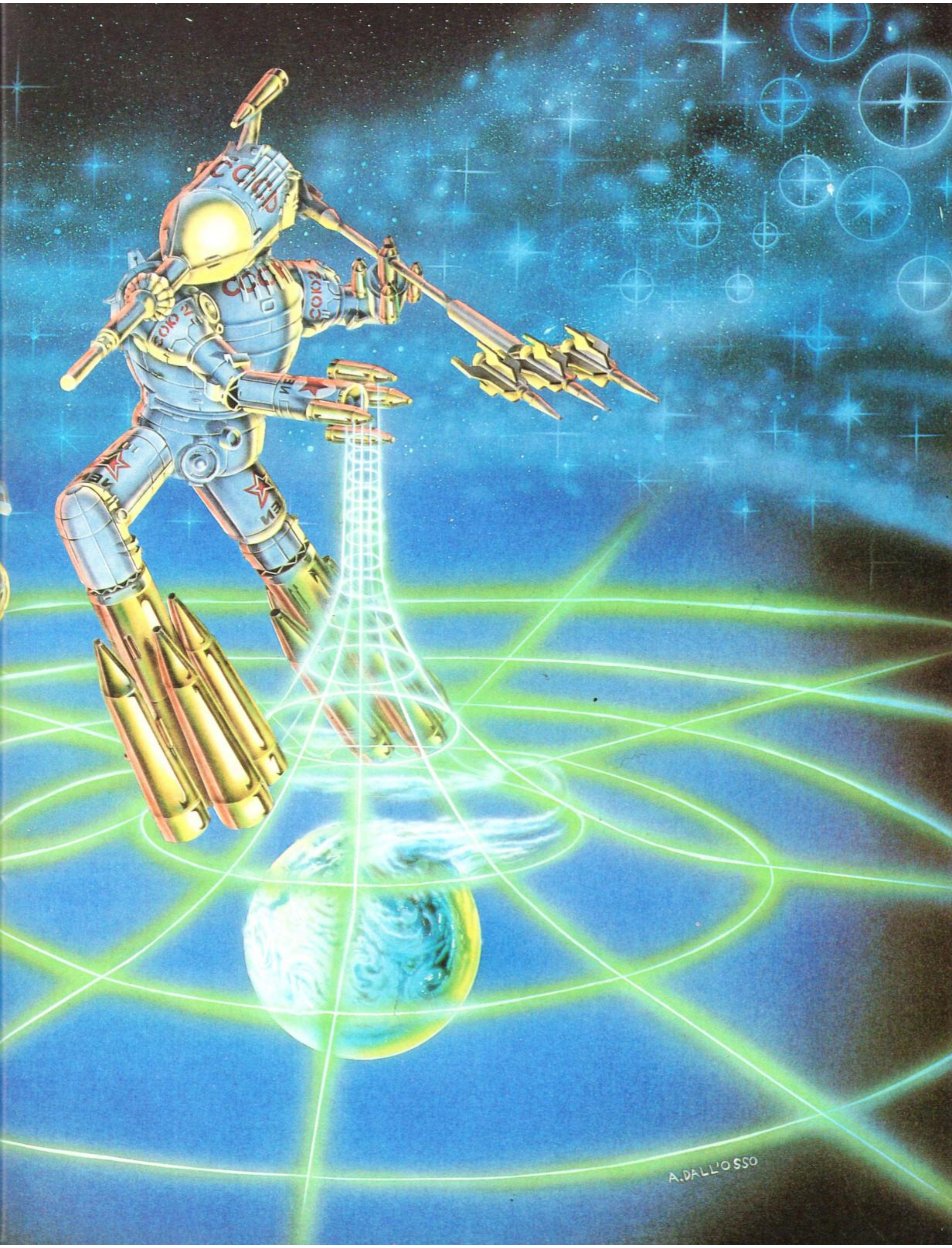
Registrazione del Tribunale di Milano n. 224 del 14 maggio 1983. Printed in Italy. *Stampa*: EUROGRAPH spa, Via Oroboni 38 - Milano. *Composizione*: La nuova fotocomposizione srl, 20124 Milano, V. Monte Grappa 6. *Spedizione*: Abb. Postale Gruppo III/70. *Distribuzione in Italia*: A&G Marco sas, 20126 Milano, via Fortezza 27, tel. (02) 2526. *Distribuzione all'estero*: Messaggerie internazionali, 20153 Milano, via M. Gonzaga 4, tel. (02) 872971/2. *Arretrati*: i numeri arretrati vanno richiesti a: Peruzzo Periodici - *ufficio arretrati*, 20154 Milano, via Tito Speri 8, inviando anticipatamente l'importo, che corrisponde al doppio del prezzo di copertina, a mezzo assegno o a mezzo c/c post. n. 189209. *Abbonamenti*: Peruzzo Periodici - *ufficio abbonamenti*, 20154 Milano, via Tito Speri 8.

GUERRA MONDIALE NELLO SPAZIO

di PETER KOLOSIMO

Ecco il primo rapporto sugli armamenti spaziali di cui già dispongono Usa e Urss. In teoria le vittime sarebbero solo ordigni tecnologici; in pratica un grappolo di satelliti atomici sterminerebbe metà Italia.

ILLUSTRAZIONI di A. DALL'OSSO e M. RUSSO


СССР
СОЮЗ
A.DALL'OSSO

In qualche parte dell'Universo esisterà forse un impero galattico, come quelli presentatici dai films e da innumerevoli scrittori di fantascienza. Si consideri che la sola nostra Via Lattea è popolata da cento a 220 miliardi di stelle e che, come afferma il professor Otto Struve, «una su dieci è sicuramente attorniata da diversi pianeti. Se uno soltanto di essi offre condizioni favorevoli alla vita, abbiamo nella Via Lattea dieci miliardi di corpi celesti biologicamente fecondi. Non tutte le forme di esistenza sono intelligenti: lo spirito è un dono raro nell'Universo, tanto che solo un millesimo o un decimillesimo degli abitanti di questi mondi lo avranno ricevuto. Ma anche così la Via Lattea deve ospitare da dieci a cento milioni di globi popolati d'esseri che hanno la nostra stessa possibilità di sviluppo intellettuale. E si tenga presente che esistono miliardi di galassie».

Ora, non è escluso che tra questi esseri esistano stirpi scientificamente e tecnicamente più sviluppate della nostra e che ad alcuni dei loro condottieri possa saltare in mente di scatenare una campagna bellica su scala stellare.

I più ottimisti dei nostri scienziati ci dicono che tanto è impossibile per i rappresentanti di civiltà molto evolute, che una guerra di conquista sarebbe per loro impensabile. Ma a questo idealismo opporremmo i proverbiali piedi di piombo. Anche noi abbiamo raggiunto un livello di civiltà non disprezzabile, eppure, anche se non siamo ancora in grado di affrontare scontri stellari, stiamo preparandoci alla guerra spaziale.

Aveva forse ragione il grande missilista tedesco Eugen Sänger, purtroppo morto d'infarto alla cattedra della sua università di Berlino, quando mi disse: «Vedi, gli animali combattono per la loro sopravvivenza, mentre gli uomini combattono solo per sopraffare il prossimo».

È un tentativo di sopraffazione che purtroppo parte dalla preistoria (o dalla protostoria, se preferiamo porre i nostri lontanissimi antenati alla stregua di animali) e che dalla Terra si è trasferito in questi ultimi anni nello spazio, con mezzi che, nelle prime intenzioni, sarebbero dovuti servire soltanto al progresso.

Reagan ha annunciato a sorpresa, il 23 marzo 1983, un clamoroso programma militare: gli Usa diverranno invulnerabili grazie a un'arma assoluta che renderà inutile l'atomica. Si tratta, in pratica, di raggi laser in grado di distruggere missili nemici prima che partano dalla Terra o precipitino dallo spazio. Anche l'Urss ha in progetto armi del genere e ha compiuto negli ultimi anni progressi notevoli; ma occorrerà almeno un decennio prima che si possano effettuare esperimenti decisivi e un ventennio prima che si realizzi lo «scudo antimissili». Lo stesso presidente statunitense ha precisato: «forse non potremmo avere risultati determinanti prima della fine del secolo».

«Il presidente è stato coraggioso», ha detto Edward Teller a *Newsweek,* «come Roosevelt quando ha deciso di dare il via ai lavori per la bomba atomica. Se questo grande sforzo tecnologico avrà una conclusione positiva, io spero che la guerra fredda diventerà una vera pace».

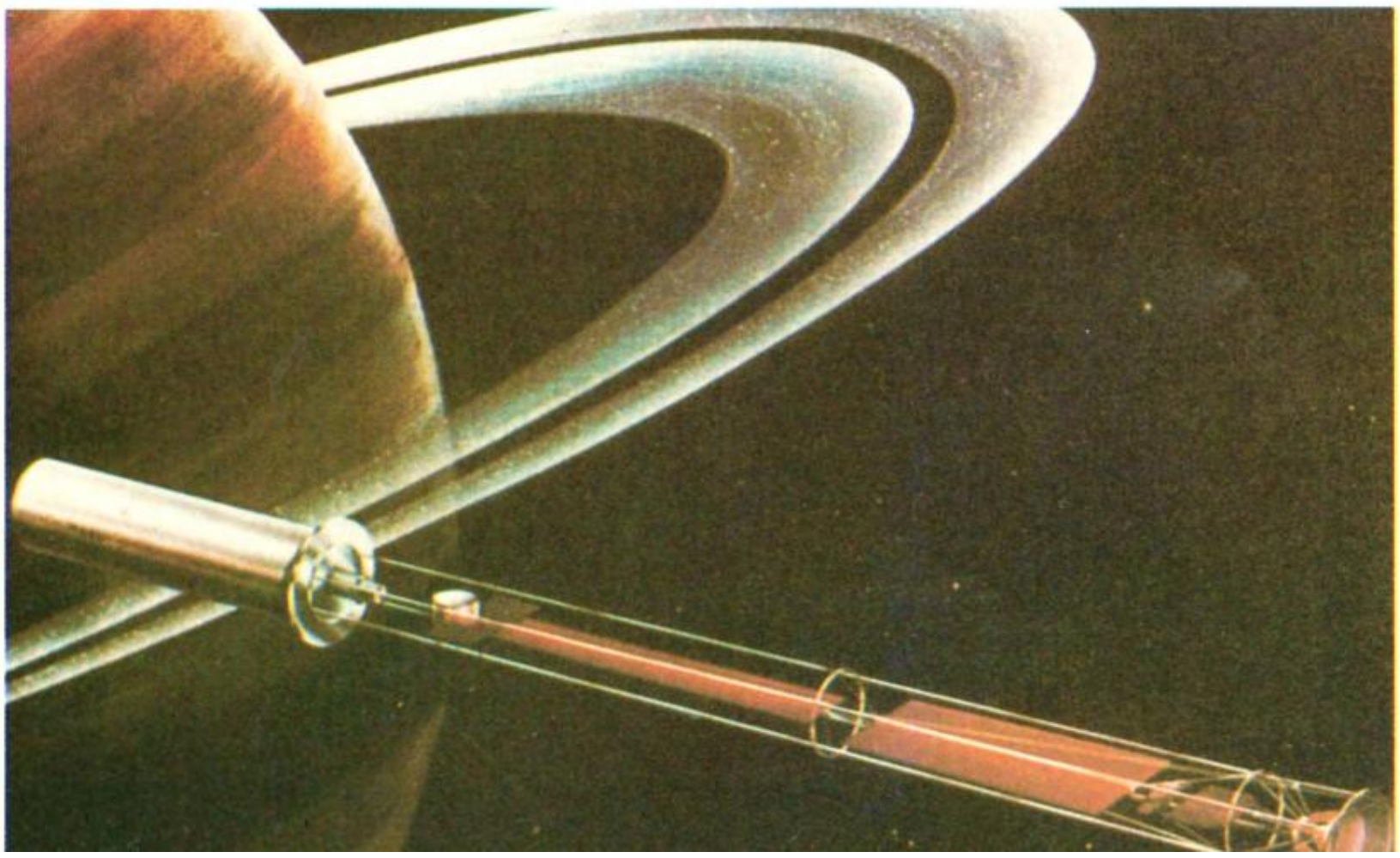
«Con uno solo dei contendenti con il coltello dalla parte del manico, però», commentano i giornalisti italiani Gianpiero Borella e Sandro Ottolenghi, «come ha dichiarato a *Panorama* Harald Bergstroem, che al Sipri di Stoccolma si occupa soprattutto di problemi strategici, finora non è mai successo che armi create per scopi difensivi non si siano trasformate in minacce offensive. E i cannoni di Reagan non fanno eccezione: se davvero venissero schierati, darebbero soltanto agli Stati Uniti la possibilità di compiere il *first strike,* il primo attacco, con rischi minimi di rappresaglia. Occorre davvero chiedersi se questa nuova *escalation* spaziale sia desiderabile politicamente e militarmente».

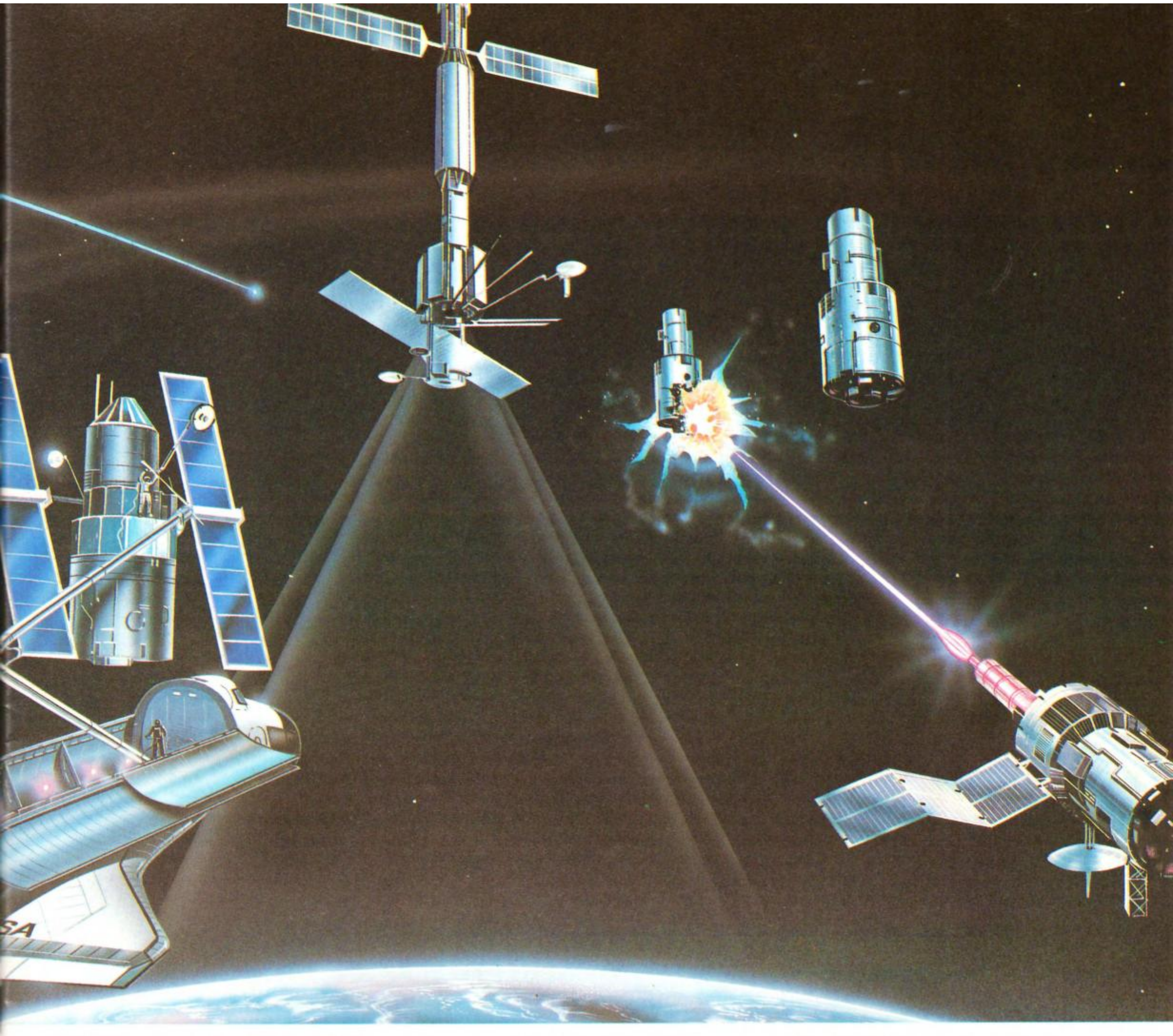
Riferendoci al trattato Salt 1 per la limitazione degli armamenti, ricorderemo poi che esso concedeva due sistemi antimissili per ogni potenza, ritenendoli «un pericoloso incentivo all'attacco per chi avesse le spalle coperte», mentre il successivo Salt 2 li riduceva a uno. L'accordo però non fu mai ratificato dal Congresso Usa.

A quale scopo si dovrebbe fare una guerra nello spazio?

«Perché è più umana», dichiara Edward Teller, «e consente un notevole risparmio di

Nel disegno a destra, lo schema teorico di una battaglia spaziale. A sinistra in basso, lo Shuttle cattura satelliti avversari. Con lo stesso sistema può «collocare» in orbita altri satelliti. Sullo Shuttle incombe una bomba orbitale sovietica mentre un raggio laser colpisce un satellite che segue un'orbita remota. Al centro, in alto, un satellite-spia controlla quanto accade sia nello spazio sia su di un'area terrestre grande quanto l'Europa. A destra, un satellite-killer colpisce uno dei satelliti avversari che volano affiancati. Uno dei due è falso: il killer, molto probabilmente, è stato tratto in inganno. Qui sotto, una minibomba a idrogeno viene fatta esplodere da un raggio laser nell'orbita di Saturno.





vite rispetto a quelle che verrebbero sacrificate in conflitto terrestre».

Questo può essere vero per gli eventuali attaccanti cosmici, ma non certo per l'umanità, che conoscerebbe ecatombi di dimensioni spaventose.

«No, lo spazio non può essere considerato un poligono militare lontano», afferma il cosmonauta e ricercatore sovietico Vitalj Sevastianov in una dichiarazione rilasciata all'agenzia Novosti. «Esso è una sfera dell'attività umana così come la Terra. Pertanto lottare oggi per uno spazio pacifico vuol dire battersi per la pace sulla Terra. Noi cerchiamo di fare dello spazio non un campo di battaglia, bensì un luogo di cooperazione».

Ma a questo punto vediamo chi è questo Edward Teller, primo consigliere statunitense per gli armamenti, ritenuto «il falco numero uno mondiale».

È un fisico profugo dall'Ungheria ai tempi del nazismo, uno dei fautori dell'impiego dell'atomica, il quale convinse anche Einstein a sottoscrivere l'appello che avrebbe causato i tremendi disastri di Hiroshima e Nagasaki. E lo stesso Einstein dichiarò pubblicamente che mai avrebbe acconsentito a firmare la famosa lettera se ne avesse previsto le conseguenze.

Teller non si limitò a questo: con Fermi, Wigner, Wisskopf e Szilard progettò un'arma ancora più terribile, ne sottopose i piani ai colleghi e ai responsabili del Pentagono, che li rifiutarono in massa.

Quello che la storia chiamerà «l'apostolo del diavolo» ebbe però partita vinta. Nell'agosto 1949 un B-29 in volo sul Pacifico registrò le tracce di un'esplosione nucleare e il 23 settembre dello stesso anno l'allora presidente degli Stati Uniti, Harry Truman, annunciò: «Abbiamo le prove che qualche settimana fa l'Unione Sovietica ha fatto deflagrare un'atomica».

Il fisico ungherese convocò una conferenza, cercò l'appoggio di Fermi e Hoppenheimer, ma invano. Subito dopo, però, i militari ebbero la meglio e Washington decise: la «bomba del diavolo», quella che noi ormai identifichiamo con la lettera H, sarebbe stata costruita.

Anche i «satelliti-killer» inventati da Teller furono realizzati, ovviamente più tardi, allo scopo di colpire e distruggere altri veicoli orbitanti.

Andiamo un poco indietro. L'Armata Rossa si sta avvicinando a Peenemünde, dove sono state realizzate la V-1 e la V-2, il comandante del settore impone agli scienziati di abbandonare i lavori e arruolarsi immediatamente nelle truppe combattenti «per andare a morire per la patria», ma questi non ne hanno la minima voglia.

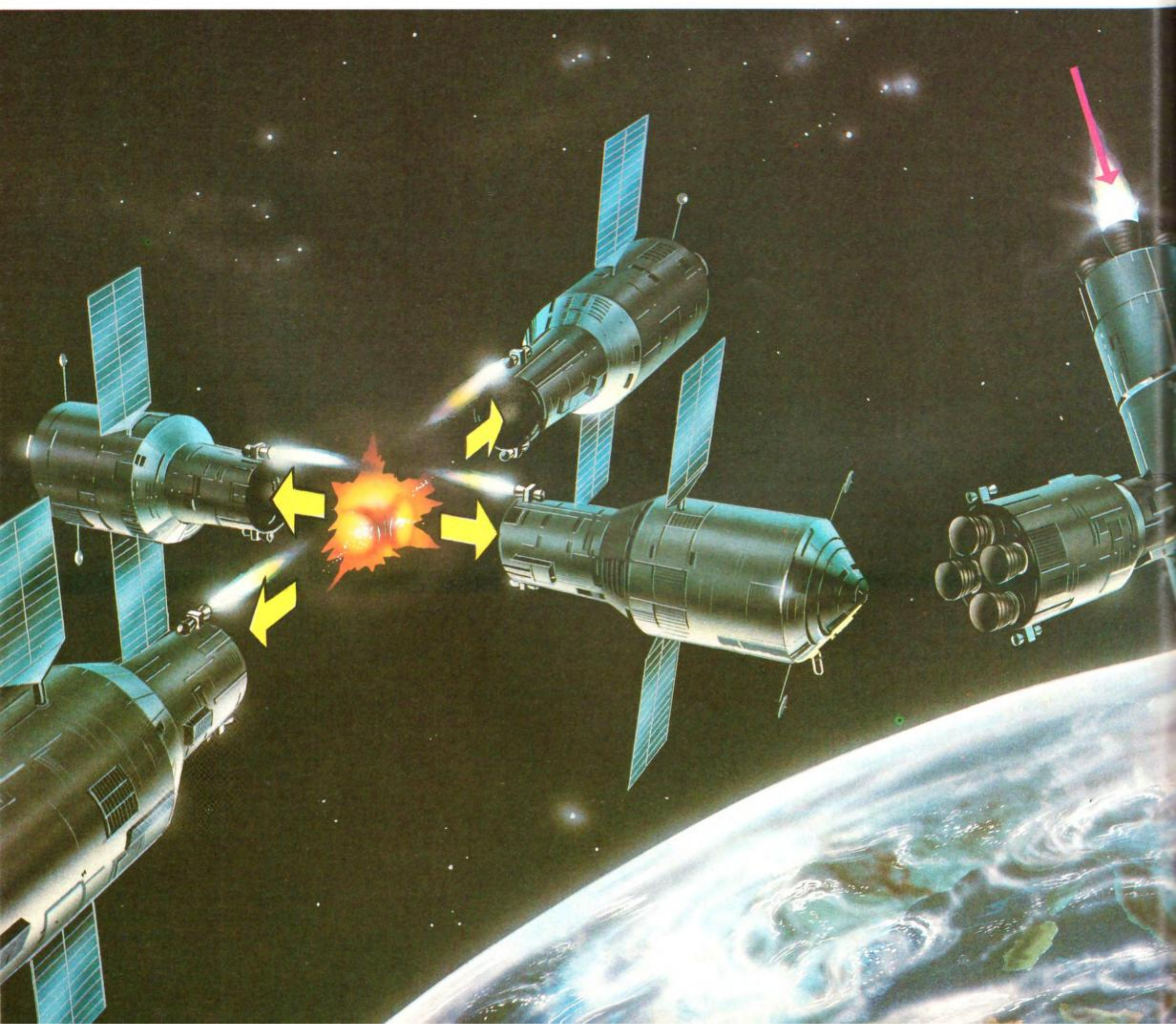
Wernher von Braun tiene un conciliabolo segreto con i suoi collaboratori, ai quali dice: «La Germania ha perso la guerra. Ma

non possiamo dimenticare che siamo stati i primi a dare la scalata al cosmo, almeno teoricamente, finora. E che non abbiamo mai smesso di pensare a stazioni orbitanti, a un approdo sulla Luna, a viaggi interplanetari. Abbiamo dovuto sopportare parecchio in nome della nostra fede nella conquista pacifica dello spazio [*quest'ultima frase è stata aggiunta posteriormente da un giornale, ndr*]. Ora ognuna delle potenze vincitrici vorrà avere per sé le nostre conoscenze e le nostre esperienze. E noi siamo chiamati a rispondere a una precisa domanda: quale paese dovrà giovarsi della nostra eredità?». Il voto per l'America è deciso quasi all'unanimità. «Nella loro decisione», scrive un cronista, «non ebbe forse soltanto peso la considerazione che, essendo gli Stati Uniti la maggior potenza economica del globo, avrebbero potuto stanziare somme ingenti per la realizzazione del volo spaziale. Gli Stati Uniti non avevano avuto un'occupazione tedesca (come la Francia), né conosciuto devastazioni attraverso l'impiego di telearmi (come l'Inghilterra): in America, per questo, gli studiosi speravano di trovare il miglior clima per la loro futura attività».

Altri scienziati optano per l'Unione Sovietica. Tra i più insigni specialisti vanno ricordati i professori Albring, Siegmund (un asso nella ricerca di nuovi propellenti), Schulz (a cui si devono sbalorditive e decisive semplificazioni), Gröttrup (creatore del missile sovietico R-10), Umpfenbach (costruttore dell'R-14), Roesch, a cui si aggiungono gli austriaci Wolff (già capo dei laboratori balistici di Krupp) e Hans Hooch. Quest'ultimo fu per qualche tempo direttore generale degli studiosi stranieri operanti nell'Unione Sovietica: a lui si deve, tra l'altro, l'invenzione del primo perfetto procedimento atto a seguire i missili in volo in ogni particolare del loro funzionamento.

Contrariamente a quanto fa pensare la presunta frase di von Braun che abbiamo citato, gli studiosi germanici passati a una delle due grandi potenze sapevano benissimo di mettersi al servizio di una futura guerra. Lo deduciamo anche da due dichiarazioni tra molte altre. Il defunto generale McArthur disse testualmente: «Dopo l'apocalisse, la cosa più saggia da fare è ricostruire pensando a quella seguente». E Malenkov: «La V-2 serve per 400 chilometri e non di più. E, dopo tutto, noi non abbiamo intenzione di fare guerra alla Polonia. Abbiamo bisogno vitale di apparecchi che possano volare attraverso l'oceano!».

Poi questi apparecchi (i missili a lunga gittata) non bastarono più. Si pensò allo spazio. Vi si pensò dapprima come a un campo di pacifica competizione, finché lo spettro della guerra non vi cominciò ad aleggiare il 3 novembre 1967, quando Robert McNamara, allora ministro della Difesa degli Stati Uniti, annunciò che l'Urss disponeva di una



nuova arma, «un razzo capace di lanciare in orbita testate nucleari».

L'Urss lo negò (si trattava del congiungimento a circa 220 chilometri dalla Terra dei satelliti Kosmos 186 e 188, effettuato il 30 ottobre 1967), ma, come i suoi avversari, si mise immediatamente al lavoro, affidando il programma missilistico bellico al tenente generale Mihail V. Khruniciov.

Si giunse così davvero all'«atomica spaziale»: si sa che un Kosmos opportunamente attrezzato può portare una carica nucleare di 58 megaton, tale da provocare distruzioni in un'area uguale a quella dei Paesi Bassi (33.540 chilometri quadrati). A tutt'oggi si ritiene possibile il *rendez-vous* di quattro Kosmos recanti complessivamente una carica di 232 megaton o di due Kosmos modificati, con cariche di 100 megaton ognuno. Sia con la prima sia con la seconda di queste due «piattaforme dell'apocalisse», l'Urss sarebbe in grado di distruggere un

Qui a sinistra, nel disegno di Mario Russo, quattro satelliti con testata atomica che possono riunirsi o sganciarsi secondo i comandi impartiti dalla terra. Ciascun satellite, orientato dai motori indicati dalle frecce, può portare una carica nucleare da 58 megaton. L'ipotesi più reale è che questa apocalittica bomba venga costituita dal raggruppamento di quattro Kosmos sovietici. Qui sopra il Boeing 747, addetto al trasporto dello Shuttle, protetto dallo scudo invisibile antimissile capace di far perdere il senso dell'orientamento anche ai missili più sofisticati. Di questo «scudo» segreto si è discusso a lungo tra i massimi esperti soltanto nel maggio scorso a Parigi durante il Salone aeronautico.

territorio pari alla metà della Repubblica federale tedesca.

Se anche si cercasse di colpirla, la stazione atomica orbitante avrebbe la possibilità di «smontarsi», disperdendo i singoli satelliti. La difesa avrebbe solo tre minuti di tempo per provvedere al contrattacco. Gli americani pensarono che anche la Saljut potesse essere armata, ma si tratta di un obiettivo troppo vulnerabile per essere usato a scopi militari.

Da allora di acqua ne è passata sotto i ponti, e a dire il vero non troppo pulita. Esistono satelliti capaci di «accecare» altri satelliti, di distruggerli recando a bordo esplosivi o domani — come pensano gli statunitensi — cannoni laser.

I satelliti atti, attraverso sensori all'infrarosso, a scoprire un missile appena lanciato, sono posti a circa 40 mila chilometri di quota, in un'orbita geostazionaria, cioè fissi sopra una determinata regione. Lanciati in numero adeguato, possono tenere sotto controllo l'intero pianeta.

Vi sono, poi, i veri e propri satelliti-spia, quelli che riescono a scorgere oggetti di trenta centimetri da oltre duecento chilometri di quota, con i satelliti meteorologici che servono sì a darci un quadro fedele della situazione del tempo sulla Terra, ma anche, con ciò, a prevedere in quali condizioni certe operazioni militari possano essere effettuate.

Dallo spazio sarebbe agevolissimo l'impiego di nuove armi, senza incorrere nel pericolo di un'intercettazione immediata.

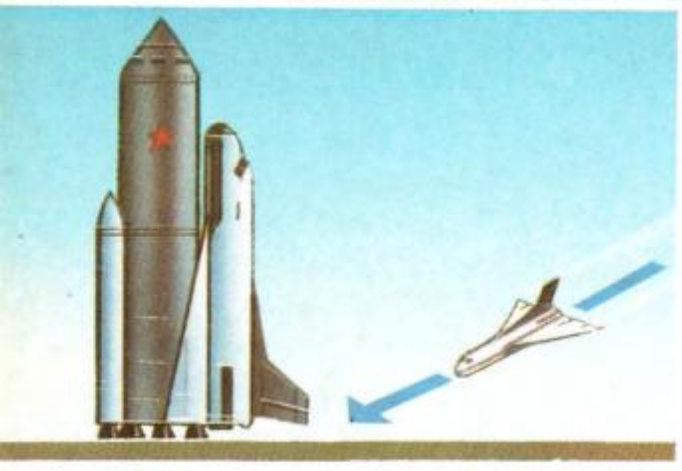
«La stampa occidentale», scrive il generale Simonjan, specialista sovietico di problemi politico-militari, «discute già le possibilità di realizzazione di armi etniche, geofisiche, meteorologiche, ozoniche e laser. L'arma laser dà un "raggio della morte" che colpisce una zona esattamente stabilita. L'arma etnica colpisce gli organismi aventi determinate particolarità genetiche, ossia può essere nociva a determinati popoli e razze e innocua per gli altri. Le armi geofisiche, meteorologiche e ozoniche colpiscono l'uomo attraverso l'azione esercitata sull'ambiente.

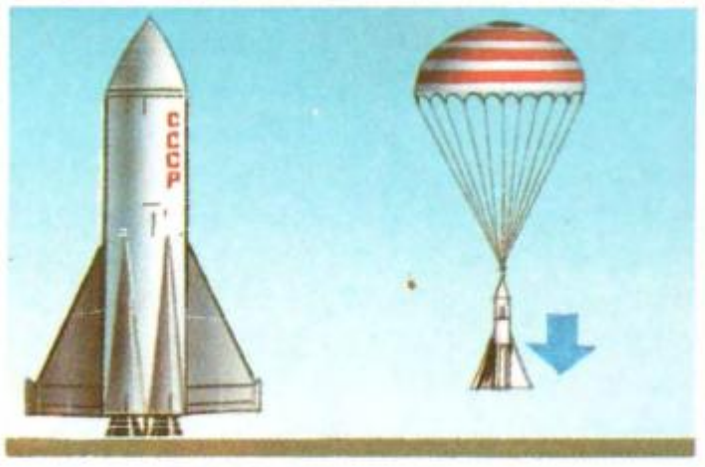
«L'arma ozonica viene concepita come un mezzo per distruggere artificialmente lo strato di ozono su determinate regioni del territorio del nemico potenziale. Aprendo una falla nell'ozonosfera, quest'arma espone gli organismi viventi alla radiazione ultravioletta del Sole, ha influssi nocivi sulle cellule e sul loro apparato genetico, provoca ustioni e determina un aumento dei casi di cancro alla pelle.

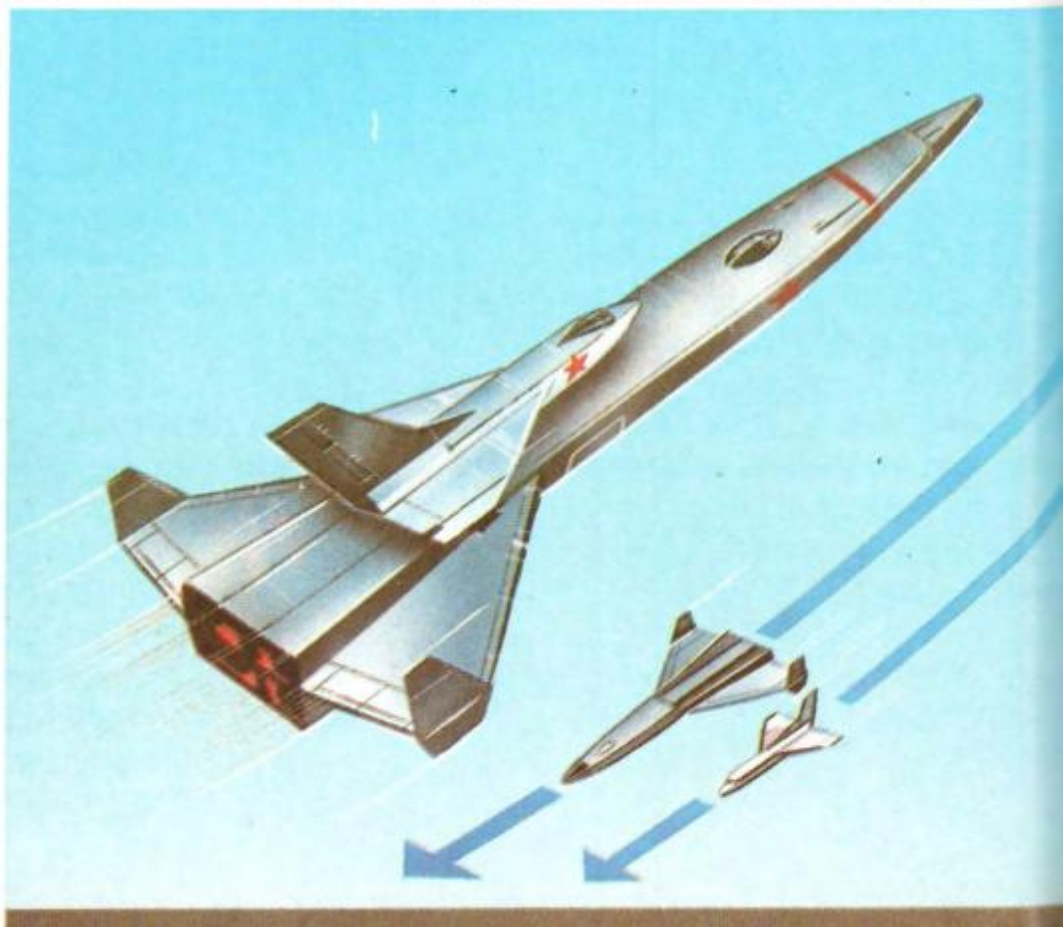
«Alle armi di nuovo tipo la scienza potrebbe aggiungere quelle edafiche (contaminazione del suolo e delle acque), biotiche (distruzione delle piante e degli animali commestibili), infrasoniche, psicotropiche e genetiche, oltre a tutta una nuova serie di varianti delle armi chimiche».

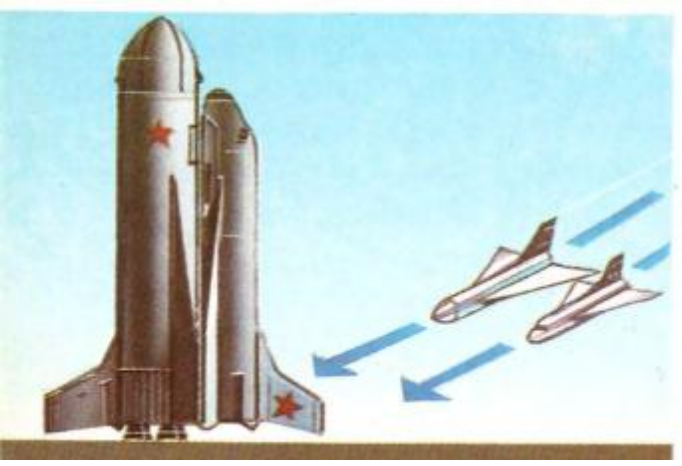
Inoltre, secondo le più recenti accuse che il ministero della Difesa dell'Urss rivolge al governo americano, gli Stati Uniti dispongono di oltre dieci depositi di armi chimiche, sia sul loro territorio, sia in altri paesi, tra cui la Repubblica federale tedesca, per un totale di 150 mila tonnellate. Negli ultimi anni gli stanziamenti per la realizzazione di armi chimiche e biologiche sono stati aumentati del 200 per cento circa e nel 1981 hanno superato i 260 milioni di dollari. Per l'ammodernamento di tali armi sono previsti 4 miliardi di dollari.

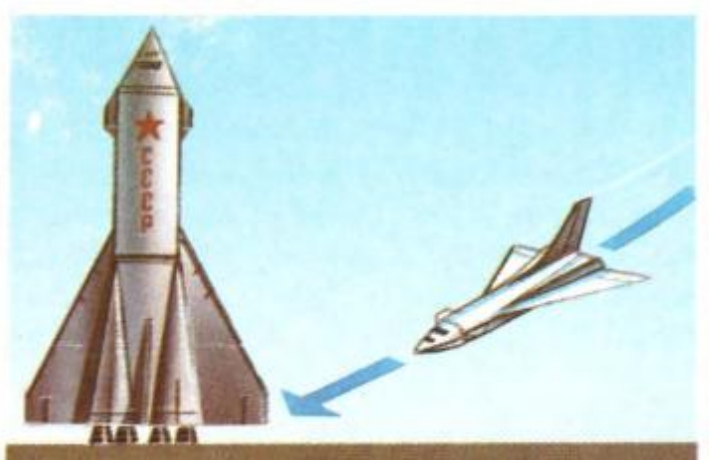
Si ricorda che nel corso della guerra in Indocina venne contaminato il 10 per cen-




СССР






СССР

to del terreno coltivabile attraverso diserbanti e altre sostanze. Gli esperti hanno calcolato che occorreranno almeno cento anni prima che i campi e i fiumi vengano disinquinati. Tali armi sono ancora più pericolose per le conseguenze genetiche: prova ne è il crescente numero di nascite di bambini handicappati.

Nell'agosto 1980 il segretario statunitense alla Difesa Harold Brown annunciò la costruzione di un aereo munito di materiali che assorbono le onde radar, cioè praticamente «invisibile». Di questo velivolo non si sa assolutamente nulla (anche il suo nome è *Secret*), ma la rivista statunitense *Time* pensa di poterci dire qualcosa in merito: la sua forma dev'essere piuttosto piccola, priva di spigoli per non offrire «informazioni» ai radar, con le pareti di metallo ridotte al minimo, sostituite da materie plastiche, usate anche per schermare il motore nei confronti dei radar a raggi infrarossi, atti a captare ogni fonte di calore. Al Salone aeronautico di Parigi del maggio 1983 si è appreso «che il gigantesco Boeing 747 che trasporta lo Shuttle è protetto da un modernissimo e particolare scudo anti-missile. Esso serve per neutralizzare i missili in grado d'individuare e colpire un ipotetico bersaglio, attratti unicamente dal calore che esso emana».

Ovviamente l'apparecchio è destinato anche ad avere la sua versione spaziale. «In tal modo», protesta l'Unione Sovietica con una dichiarazione del colonnello Alexandr Nesterov diffusa dall'agenzia di stampa Novosti, «gli Usa minano gli accordi già raggiunti con l'Urss e operano in direzione del completo abbandono di quanto è stato già concordato con la dichiarazione comune del Salt 2». E veniamo appunto allo Shuttle. Il compimento del progetto, denominato ufficialmente Space Transportation System (Sistema di trasporto spaziale) e più conosciuto popolarmente, nei suoi vari tipi, come Space Shuttle, è del 1972, promosso dalla Nasa, che aveva inteso ed era riuscita a dare vita a un vecchio sogno: quello di un veicolo cosmico che non andasse perduto al rientro sulla Terra, ma che fosse in grado di riprendere il volo.

I risultati furono piuttosto promettenti, tuttavia due anni più tardi la Nasa si trovò praticamente senza mezzi. Dopo le imprese lunari, dopo tentativi — più o meno riusciti — destinati a fini propagandistici o meramente scientifici, Washington non aveva più voglia di finanziare avventure del genere e, pur non potendole sopprimere per questioni di prestigio, le limitò, tanto da non consentire che esperimenti di minima portata.

Fu così che la Nasa si rivolse al dipartimento della Difesa, che, dapprima restio, poi pressato dalla Casa Bianca, ottenne uno stanziamento di sei miliardi di dollari (8500 miliardi di lire) per il programma Sts, con un preponderante carico militare denominato Dod (Dipartimento della difesa).

Grazie al contrattino, la navetta è obbligata a portare a bordo almeno metà del carico destinato a eventuali guerre (in genere, però, la quantità è molto maggiore) e può essere requisita dal Pentagono «qualora la sicurezza nazionale lo richieda».

Sappiamo con certezza che la navetta spaziale Columbia atterrata a Edwards, in California, il 4 luglio 1982, era occupata per la maggior parte da apparecchiature militari, tra cui una serie di sensibilissimi apparecchi a raggi infrarossi destinati all'intercettazione di aerei e missili e che, dalla Terra, parteciparono all'operazione, dai bunker di Colorado Springs, centinaia di soldati.

Centoquattordici dei voli previsti fino al 1994 sono riservati al dipartimento della Difesa, mentre il primo settembre dello scorso anno è stato ufficialmente formato un comitato supremo per tutte le operazioni militari nello spazio.

«Ma chi comanderebbe un esercito impegnato in guerre spaziali? Tutti gli ordini dovrebbero venire dalla Terra, sia per i veicoli pilotati sia per quelli telecomandati, per non esporre a immaginabili pericoli l'intero stato maggiore.»

Tanto è assolutamente contrario agli accordi Salt del 1972 e del 1973, i quali vietano l'impiego di armi spaziali, ed è quanto ha sostenuto Mosca alla conferenza sulla nonmilitarizzazione dello spazio organizzata a Vienna dal 9 al 22 agosto 1983.

Lo stesso Reagan ha dovuto sottolineare, il 4 luglio 1982, salutando gli astronauti al ritorno dalla missione, che «l'impresa è gravida di conseguenze».

Dal canto suo, Kosta Tsipis, professore di fisica all'Istituto di tecnologia del Massachusetts, ha dichiarato: «È triste vedere una macchina meravigliosa come lo Shuttle adibita a carro di guerra».

Stella Rossa, il giornale delle forze armate dell'Urss, ha definito lo Shuttle «un pirata dello spazio», volto, col suo braccio metallico articolato, a catturare satelliti artificiali di altre potenze, per esaminarli o distruggerli e a mettere in orbita ordigni micidiali.

A difendersi dagli eventuali attacchi degli Shuttle, comunque, l'Urss aveva già pensato fornendo i satelliti non pilotati di un aggeggio esplosivo in grado di distruggerli insieme all'avversario nel momento in cui si cercasse di catturarli e quelli pilotati di congegni tali da non poter essere scansati.

Il settimanale americano *Aviation Week* afferma (non sappiamo su quali basi) che il satellite sovietico Kosmos 1267 è proprio destinato a collaudare tale sistema.

Gli statunitensi li hanno imitati con il cosiddetto Mhv (Miniature Homing Vehicle, Veicolo in miniatura andata e ritorno), il quale dirigerebbe sul nemico i suoi proiettili, attirati dal calore sprigionato dal bersaglio. Non è un'idea nuova: già i caccia tedeschi, durante la seconda guerra mondiale, sperimentarono tali mezzi contraerei, senza poterli comunque usare su vasta scala, dato che furono messi a punto solo verso la fine del conflitto.

Pure i sovietici starebbero ora collaudando un veicolo spaziale recuperabile: il 3 giugno 1983 avrebbero lanciato dal poligono di Kasputin Jar un veicolo di grandi dimensioni, rientrato planando nell'Oceano Indiano, pronto a un'altra missione.

L'atterraggio verticale sulla terraferma — sempre con cosmonavi recuperabili — è previsto per il 1985, mentre per il 1990 si avranno mezzi destinati a partire verticalmente e ad atterrare orizzontalmente come comuni aerei. Per il 1995 è prevista la costruzione del Kosmoljot, che decollerà e atterrerà orizzontalmente su piste normali.

Ma chi comanderebbe un esercito impegnato in guerre spaziali? Non certo un eroico Flash Gordon al comando di una potente flotta di astronavi. Tutti gli ordini dovrebbero venire dalla Terra, sia per i veicoli pilotati sia per quelli telecomandati, per non esporre a immaginabili pericoli l'intero stato maggiore. E questo è un problema non assolutamente facile da risolvere.

Anche la Luna (che, poveretta, non c'entra per niente) potrebbe essere teatro di una guerra spaziale?

Molti studiosi di Selene lo escludono, anche e soprattutto perché il satellite «vacilla» a qualsiasi scossone, come quelli impressi da altri oggetti. Quando, per esempio, la capsula dell'Apollo 12 (pesante solo due tonnellate circa) lo abbandonò, i sismografi registrarono una vibrazione che cessò solo dopo 55 minuti.

Lo stesso fenomeno si registrò, sia pure in circostanze diverse, con la spedizione Apollo 13, non completamente riuscita a causa di un'avaria, ma comunque tale da condurre a buon fine uno degli esperimenti previsti. Il terzo stadio del Saturno 5 raggiunse la Luna con le sue tredici tonnellate, si abbatté sulla superficie, facendola tremare per circa quattro ore!

In proposito sono state formulate diverse ipotesi, le più ricorrenti delle quali propendono per l'esistenza, immediatamente sotto la superficie, di cavità riempite di sostanze leggere, sinora non identificate, che agirebbero come giganteschi risonatori, oppure si riferiscono genericamente alla mancanza di omogeneità del suolo lunare.

CONTINUA A PAG. 86

Nel disegno grande, entro il cerchio, la zona italiana che verrebbe distrutta dall'esplosione di un satellite armato da quattro bombe di 58 megaton ciascuna. I disegni in basso rappresentano le più significative novità missilistiche sovietiche: un sistema tipo Shuttle che prevede soltanto il recupero della cosmonave; una astronave recuperabile col paracadute; un sistema di astronavi accoppiate, entrambe in grado di atterrare; il Kosmoljot, previsto per il 1995 e, infine, un accoppiamento di superastronavi ancora allo studio.

FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

GENNAIO 1984 L. 4000

ESCLUSIVO:
IL PROGETTO COMPLETO DELLA PRIMA METROPOLI SPAZIALE

UN COMPUTER PRIMARIO D'OSPEDALE

CONCORSO:
VINCI FAVOLOSI VIDEOGIOCHI

ALBERTO PERUZZO EDITORE

FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

DIRETTORE RESPONSABILE: GIAN FRANCO VENÈ

ANNO II - N. 5 - GENNAIO 1984 - L. 4000

GRANDI SERVIZI

La prima metropoli spaziale
di *Nadia Gelmi*
Un architetto fiorentino ha realizzato il primo progetto immediatamente attuabile di una città orbitante **12**

Il computer primario d'ospedale
di *Giulio Pierallini*
Tutti gli strumenti più sofisticati di cui dispongono oggi i medici per diagnosi e terapie **22**

Nelle piramidi c'è forza radioattiva
di *Peter Kolosimo*
Le recenti scoperte scientifiche hanno chiarito gran parte dei segreti delle piramidi **30**

Così il carro armato si difende
di *Gianfranco Simone*
I moderni sistemi con cui i carri armati sconfiggono i missili **30**

Il telescopio Schmidt di Asiago
di *Fabio Gariani*
Per ottenere osservazioni più nitide i telescopi di piccolo diametro funzionano meglio di quelli giganti **52**

Anche l'Ape regina ha le pulci
di *Adriano Botta*
Il microscopio elettronico ha fotografato la *Braula*, la pulce che vive sul dorso delle api **56**

INTERVISTA

Felice Ippolito
di *Aldo Zana*
Uno dei massimi esperti in problemi energetici parla dei vantaggi dell'energia nucleare **26**

FUTURA FLASH

Nuove ali a freccia capovolta
di *Maurizio Bianchi* **43**
Sta nascendo il sistema Vega / Meglio la plastica dell'acciaio / È la mosca che mangia il rospo / Clima tropicale su tutta la Terra / Parapioggia italiano contro l'inquinamento / La «seconda rete» del Pentagono / La «cassetta cambia» e raddoppia / Vaccini supereconomici / L'atomica può gelare la Terra / Gara mondiale per la superintelligenza / Benvenuto verme sconosciuto / La tecnica del «touch-screen» / Due ormoni per i figli biologici / Quanti anni ha la Terra secondo l'Urss / Siamo uomini o alieni / Le scimmie infermiere **44-50**

FANTASCIENZA E ARTE FANTASTICA

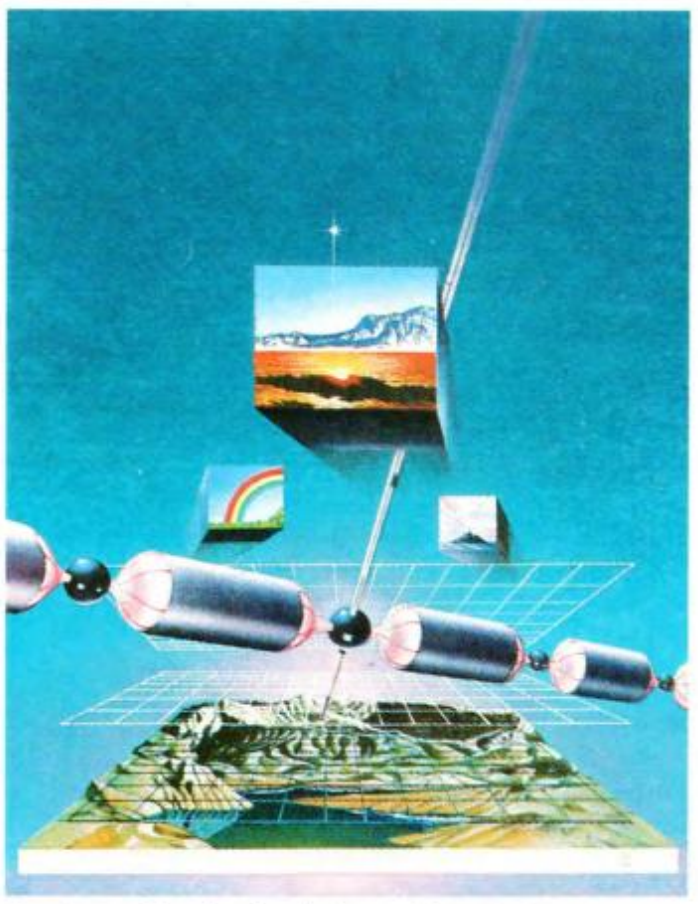
Il museo dei figli della Terra
Racconto di *Gilda Musa* **60**
SF News di *Laura Serra* **66**
SF Explorer **67**
Un cavaliere errante nel cosmo
Dipinti di *Vicente S. Segrelles* **68**

GIOCHI ELETTRONICI

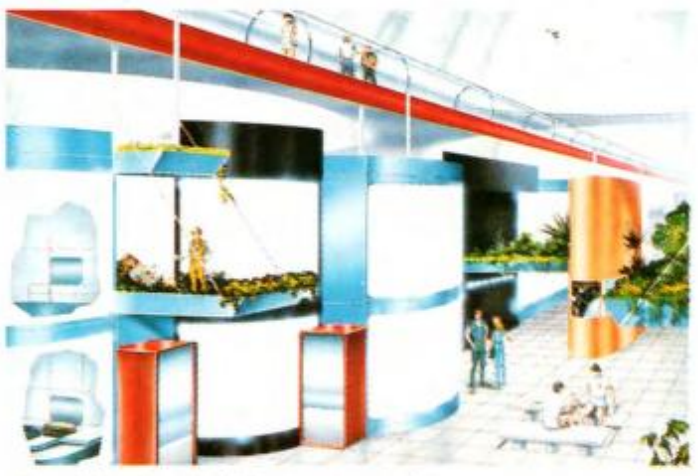
a cura di *Aldo Grasso*
Novità
Proposte dalle marche leader **74**
Notizie
I videogiochi come terapia **77**
Parla il presidente dell'Activision **78**
Accordo tra Imagic e IBM **78**
Mercato
Giochi tascabili e da tavolo **79**
Superconcorso FUTURA-ATARI **80**

ATTUALITÀ E RUBRICHE

Prima parola
di *Gian Franco Venè*
La «rivoluzione» di Natta **4**
Lettere **6**
Spazio
di *Franco Foresta Martin*
Missili contro asteroidi-killer **8**
Terra
di *Gloria Tartari*
L'inquinamento si può «digerire» **9**
Corpo
di *Bruno Lucisano*
«Licenza di uccidere» elettronica **10**
Esplorazioni
di *Maurizio Rabolini*
Gli occhiali da buio **11**
Motori
di *Giancarlo Falletti*
Lubrificanti per una lunga vita **82**
Cinema
di *Claudio Lazzaro*
La cattura del cervello **83**
Idee
di *Victor Togliani*
Otto occhi per vedere **84**
Primo piano
Fotografia di Phillip Harrington **88**
Ultima parola
di *Roberto Guiducci*
Vivremo in una ragnatela **90**



Il pittore Sergio Sarri ha realizzato questa copertina appositamente per FUTURA, *ispirandosi al progetto italiano di una città spaziale.*

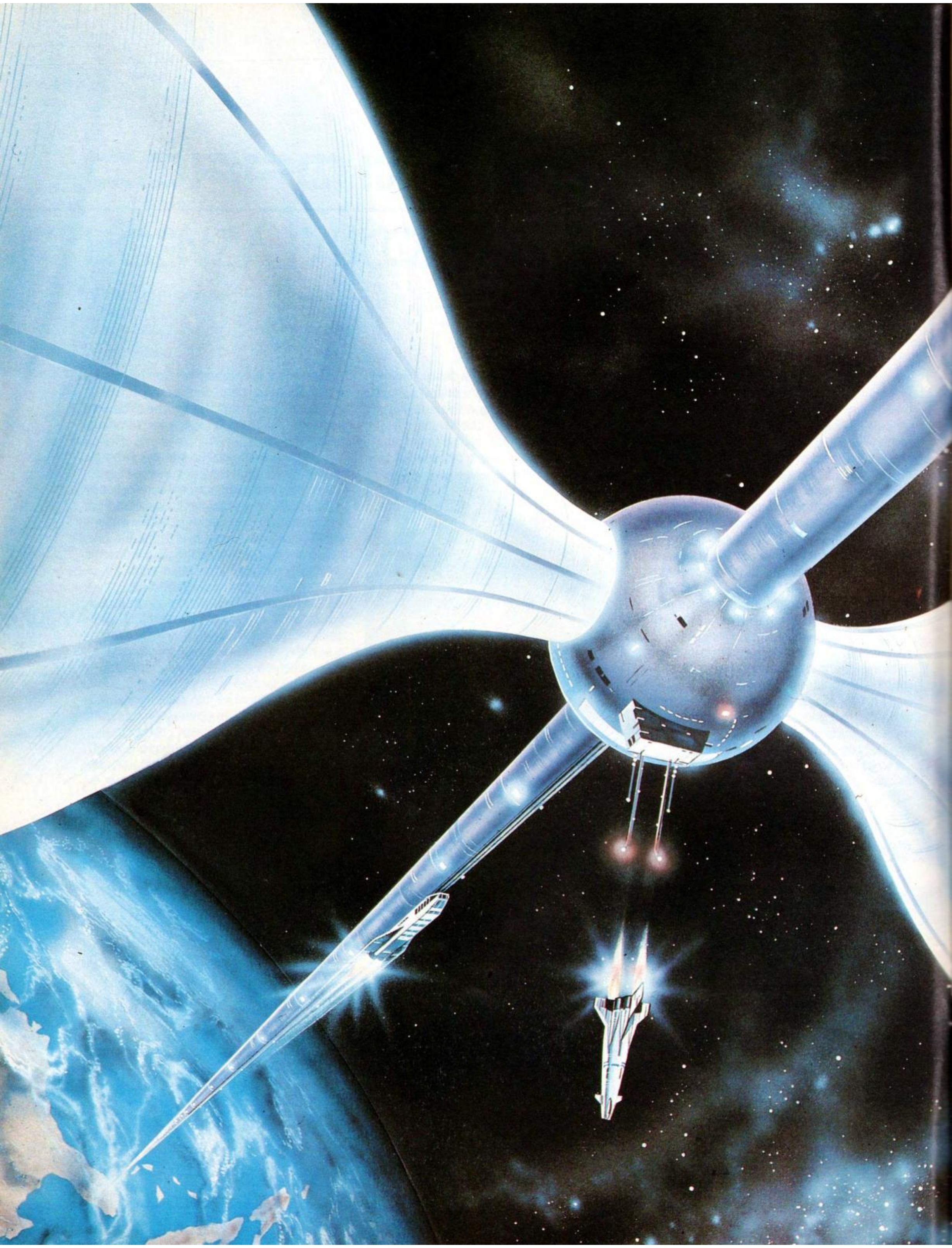


Le abitazioni della metropoli spaziale progettata dall'architetto fiorentino Daniele Bedini. Servizio a pag. 12

Felice Ippolito, studioso di energia nucleare. Pag. 26

Piramidi: chiariti tutti i misteri. Servizio a pag. 30

SCIENZA FUTURA - **Peruzzo Periodici** del **GRUPPO ALBERTO PERUZZO**, 20154 Milano, Via T. Speri 8, tel. (02) 6596101. Telex APER I 314041. Diritti riservati. Copyright 1983 **Peruzzo Periodici.** Registrazione del Tribunale di Milano n. 224 del 14 maggio 1983. Printed in Italy. *Stampa*: EUROGRAPH spa, Via Oroboni 38 - Milano. *Composizione*: La nuova fotocomposizione srl, 20124 Milano, V. Monte Grappa 6. *Spedizione*: Abb. Postale Gruppo III/70. *Distribuzione in Italia*: A&G Marco sas, 20126 Milano, via Fortezza 27, tel. (02) 2526. *Distribuzione all'estero*: Messaggerie internazionali, 20153 Milano, via M. Gonzaga 4, tel. (02) 872971/2. *Arretrati*: i numeri arretrati vanno richiesti a: **Peruzzo Periodici** - *ufficio arretrati*, 20154 Milano, via Tito Speri 8, inviando anticipatamente l'importo, che corrisponde al doppio del prezzo di copertina, a mezzo assegno o a mezzo c/c post. n. 189209. *Abbonamenti*: **Peruzzo Periodici** - *ufficio abbonamenti*, 20154 Milano, via Tito Speri 8.

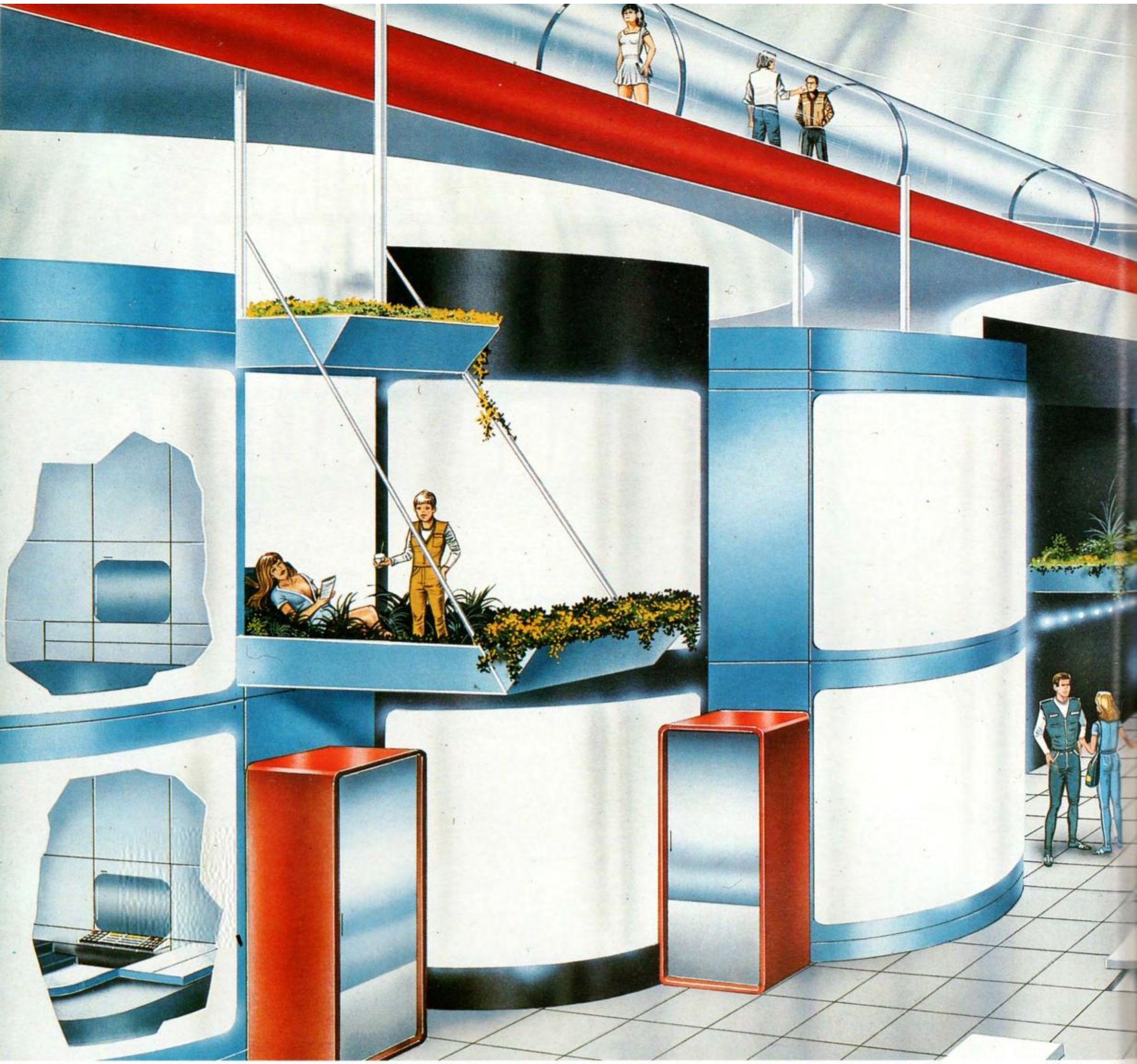


LA PRIMA METROPOLI SPAZIALE SARÀ ITALIANA

L'ha progettata l'architetto Daniele Bedini e la Nasa ne ha fatto il modello-base per i prossimi programmi di colonizzazione spaziale: si chiamerà O.L.G.A. e ospiterà, per cominciare, un milione di abitanti. Nasce così un progetto che propone come immediatamente realizzabile l'esistenza di un intero popolo nello spazio garantendogli le stesse condizioni di vita terrestri.

di NADIA GELMI

Illustrazione di Mario Russo



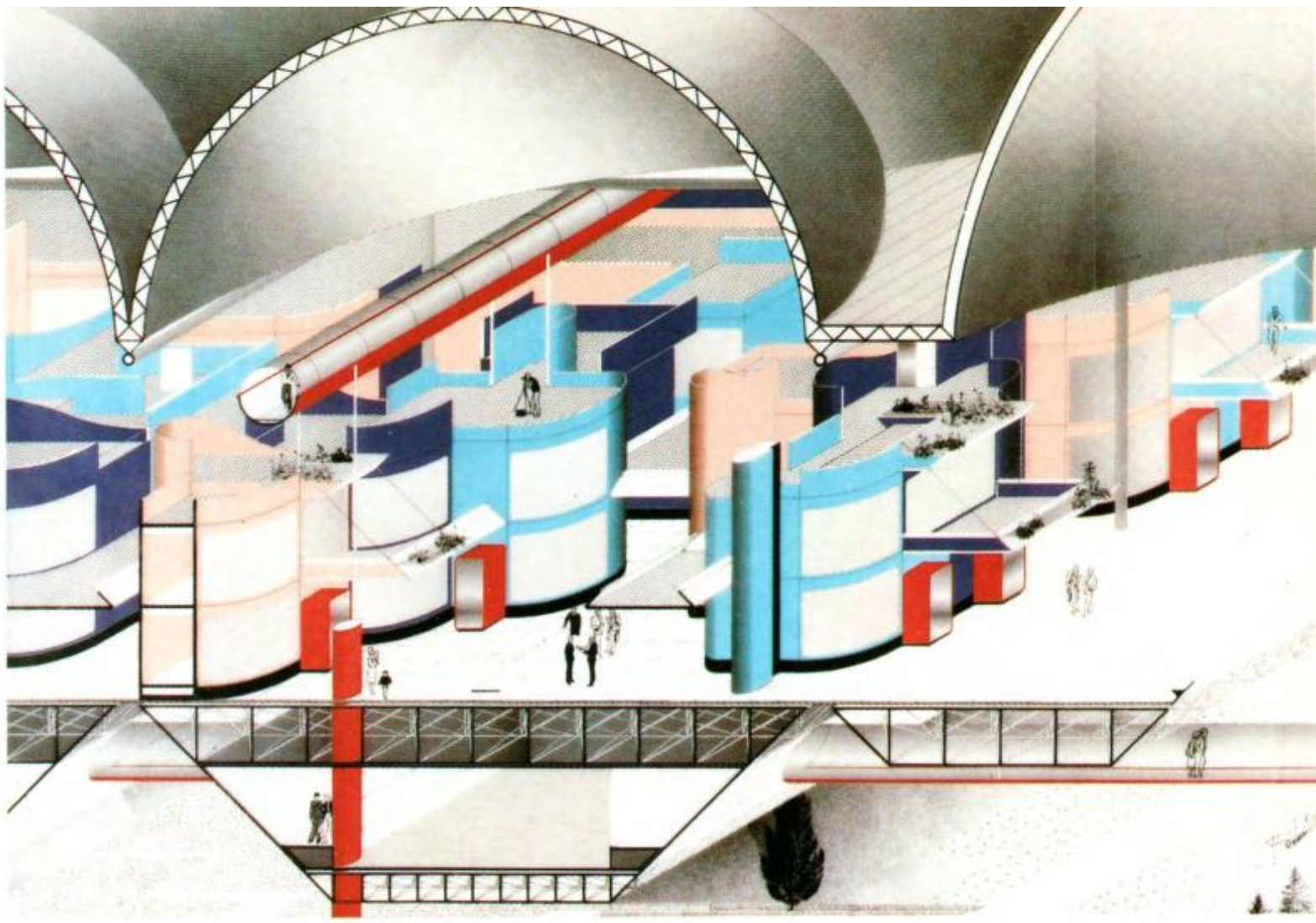
Il primo, vero, progetto di metropoli spaziale è opera di un architetto italiano, il fiorentino Daniele Bedini. La Nasa ne ha preso atto anche perché questo progetto può costituire la base su cui revisionare tutti gli studi precedenti.

L'ente spaziale americano negli ultimi decenni ha collezionato migliaia di dati utili alla costruzione di città spaziali, ma nessuno era mai riuscito, prima dell'architetto Bedini, a farli confluire in un insieme architettonico immediatamente realizzabile (a parte il costo si intende) e, quel che più conta, destinato a ospitare non poche famiglie di astro-pionieri, bensì milioni, decine di milioni o addirittura miliardi di abitanti. La metropoli spaziale di Bedini è estensibile nel tempo e nello spazio così come lo furono nell'antichità le grandi capitali. Come Roma sorse da poche capanne all'interno di un solco per diventare la Roma attuale, come New York nacque da un casello daziario per diventare la città che oggi conosciamo, così la metropoli spaziale progettata da Bedini può nascere immediatamente con un solo «quartiere» per svilupparsi nell'arco di cento o mille anni in un immenso «contenitore» umano di oltre quaranta miliardi di persone, ossia più di sei volte l'attuale popolazione terrestre. Questo, e solo questo, è l'aspetto fantascientifico del progetto Bedini. Qui preferiamo invece presentare nei dettagli gli aspetti inconfutabilmente scientifici della metropoli spaziale. Sin d'ora battezzata dal suo creatore con il nome di Olga, e rubricata dalla Nasa come «progetto O.L.G.A. Town» (Organical Linear Geosinchronous Advanced Town).

L'architetto Bedini è qui con noi, nella redazione di FUTURA, con i disegni e la descrizione completa del progetto.

Perché Bedini ha chiamato Olga la sua metropoli spaziale? È un omaggio a sua moglie. (Daniele Bedini ha trentun anni, è sposato da un anno e mezzo e ha un figlio di pochi mesi). Perché, secondo l'architetto Bedini nei nostri destini c'è quello di andare ad abitare nello spazio? Risponde Bedini:

«La prima cosa che mi viene in mente pensando al futuro della popolazione terrestre è che nel 2000 saremo in otto miliardi circa. L'incremento demografico ha a che fare ormai con i grandi numeri ed è prevedibile e doveroso per noi pensare seriamente che avremo bisogno di più cibo, di più energia e, cosa primaria, di più superficie. Olga Town è una delle previsioni più ovvie



progetti dell'architetto Bedini

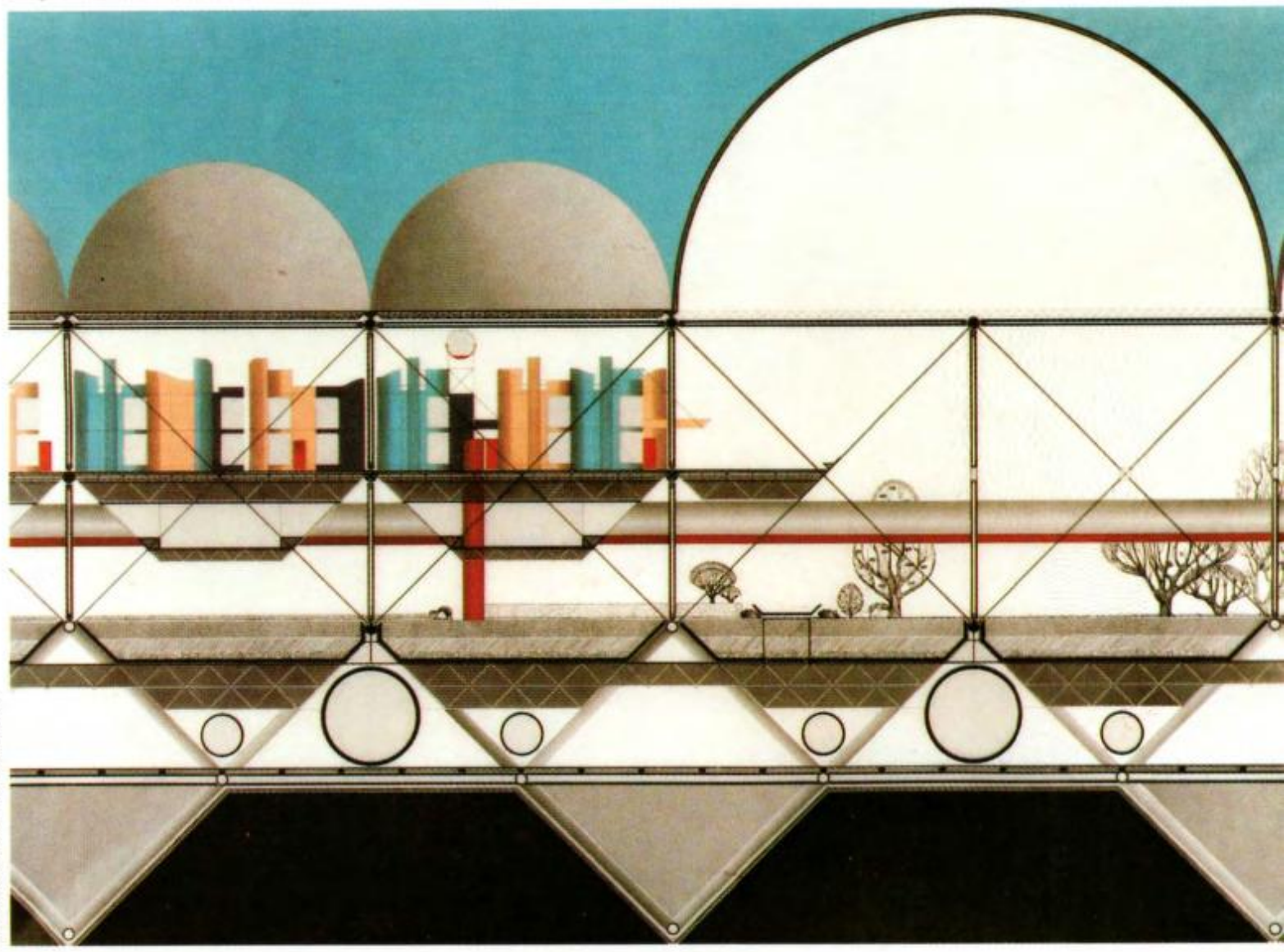


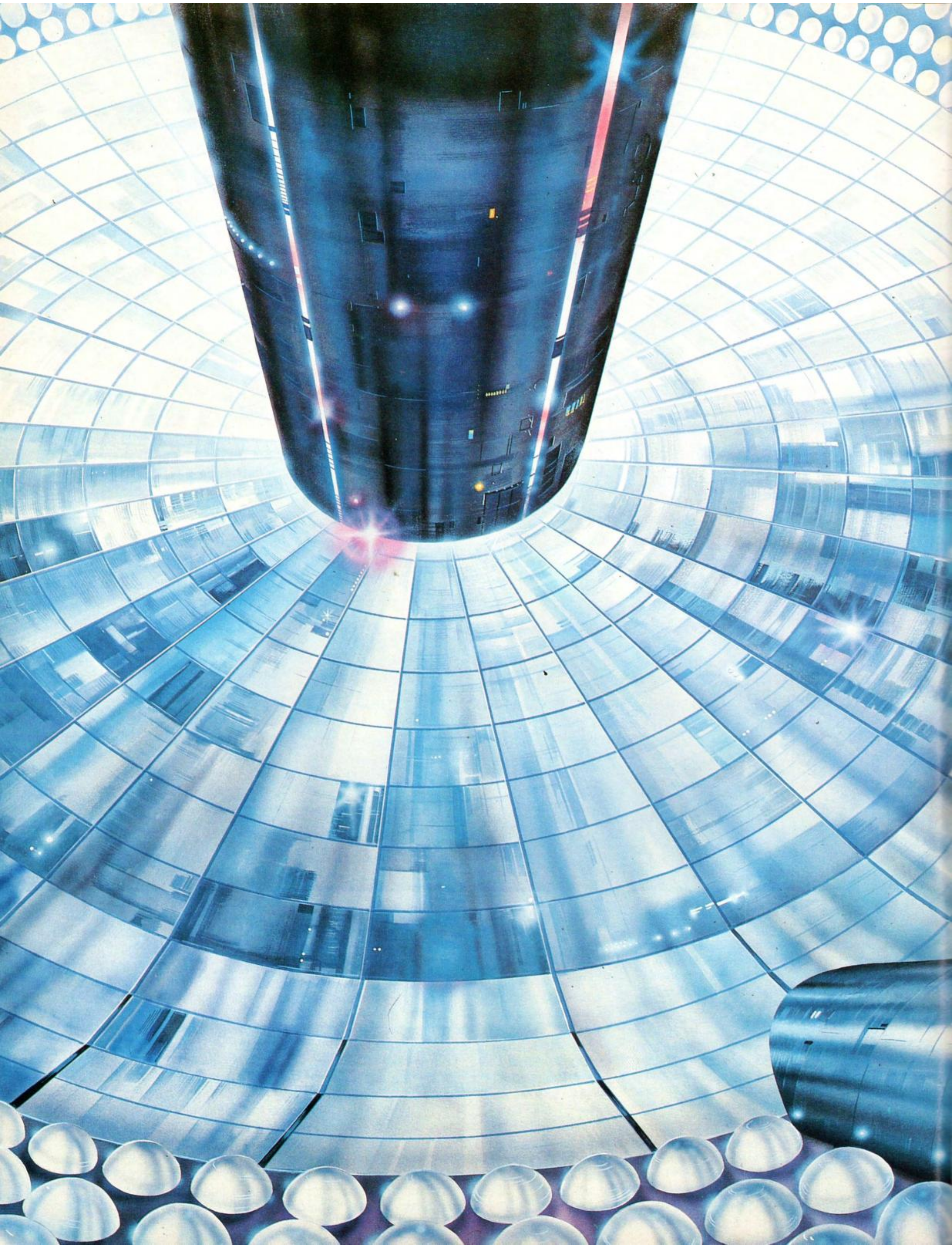
illustrazione di Mario Russo

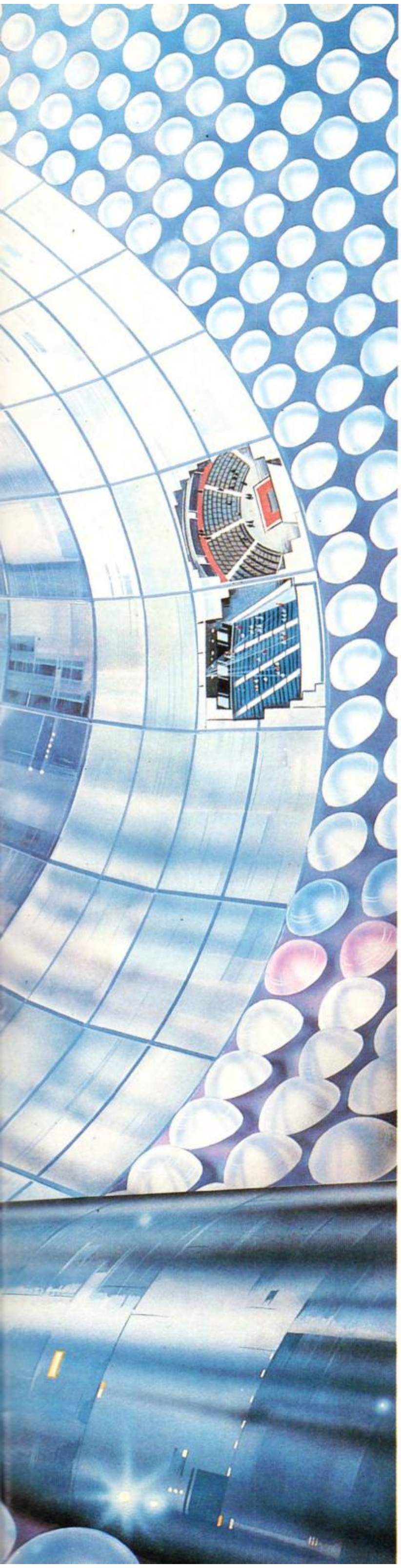
Qui sopra, una panoramica dell'interno dei settori abitativi della città. Si distinguono le abitazioni a due piani più uno a terrazza, la pavimentazione esterna alle case trasformabile in tavoli, sedie e piani di lavoro e, nella parte superiore, un tapis-roulant. Nelle foto piccole: in alto, una veduta d'insieme dei settori abitati con le zone sottostanti; in basso, sezione longitudinale di due settori abitativi e di uno adibito a «verde attrezzato». Nelle pagine di apertura: il cilindro orbitante che racchiude la città. Questo cilindro è collegato allo snodo sferico, che funge da stazione per l'ascensore e le navi spaziali, e ad altri cilindri che possono essere aggiunti successivamente.

per affrontare tali problemi: rappresenta il primo gradino per la colonizzazione dello spazio. Può risolvere sia i problemi di alimentazione, sia i problemi energetici, e può essere una grande valvola di sfogo per la sovrappopolazione in quanto è progettata a moduli e quindi espandibile quasi all'infinito. In sintesi, Olga è una città ragionevolmente prevedibile per i prossimi cento anni».

L'insediamento umano nello spazio è diventato in questo ultimo decennio il tema principale della programmazione spaziale. La stessa Nasa ha creato di recente un apposito settore di ricerca per le stazioni orbitali abitate (Nasa Space Station Task Force), e molte industrie private, tra cui la Boeing, si sono poste in gara per lo sfruttamento dello spazio, sia da un punto di vista industriale, sia produttivo, sia addirittura turistico, pensando di costruire in orbita dei veri e propri hotel dove organizzare i week-end della popolazione terrestre.

«Da progetti di carattere fantascientifico», afferma Bedini, «siamo passati a progetti che, seppur arditi e impensabili da parte dei più, possono essere realizzati con la nostra attuale tecnologia. L'industrializzazione spaziale è già programmata intorno all'anno 2000, mentre per quanto riguarda le prime grandi colonie si parla di una loro possibile realizzazione intorno alla metà del secolo prossimo. Come si vede non è poi un futuro molto lontano ed è tempo quindi di pensare a queste tematiche. A tale proposito vorrei far presente che il problema riguarda l'intera umanità per cui ogni paese dovrebbe contribuire alle ricerche. La Nasa ha già chiesto la collaborazione di vari paesi europei, tra cui l'Italia. Ma noi purtroppo non abbiamo enti o uffici specializzati che si occupino di questi problemi. I politici dovrebbero cominciare a pensarci seriamente».



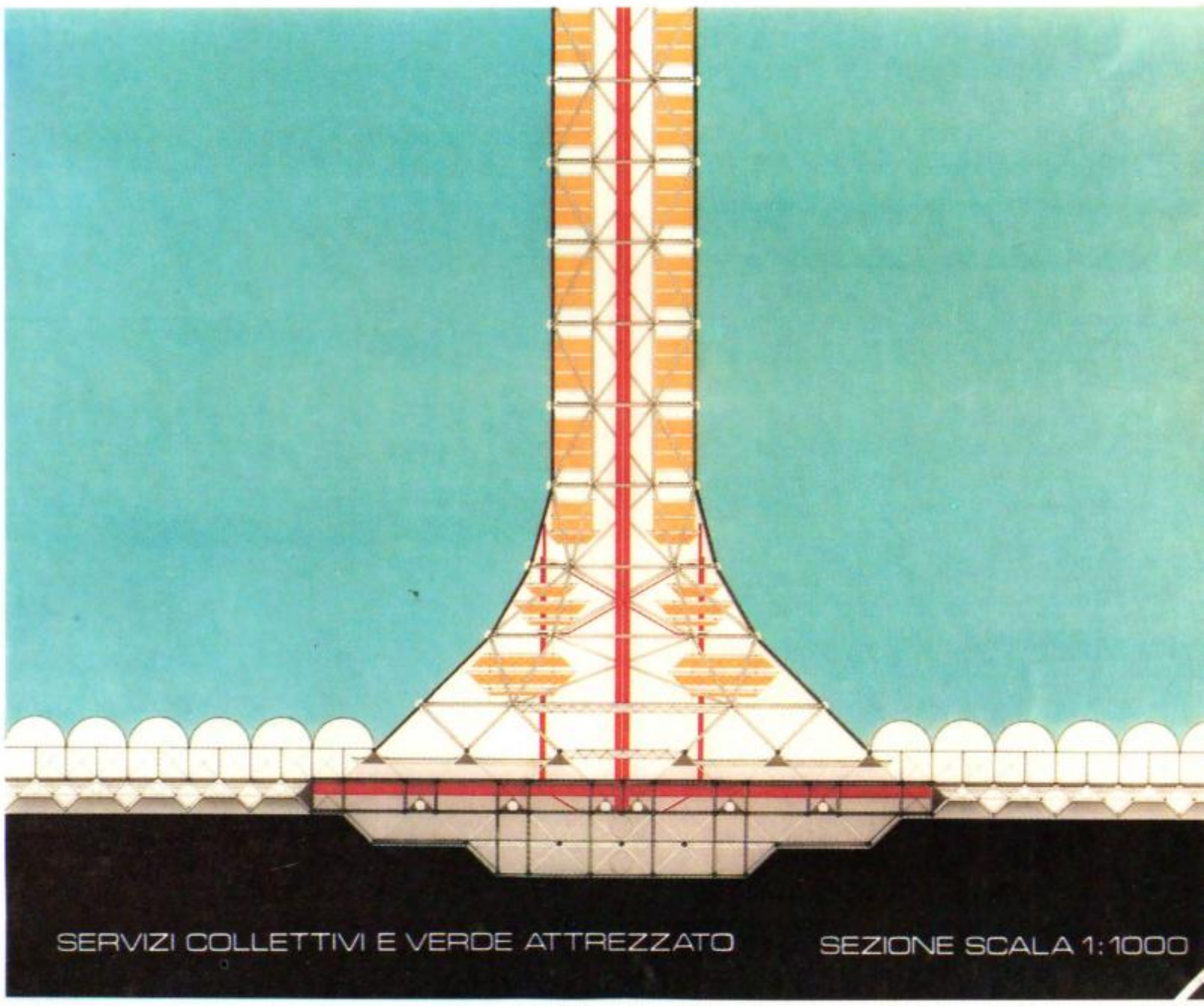


Bedini è nato e vive a Firenze. Come mai un architetto di questa città, culla dell'arte rinascimentale, ha deciso di affrontare un campo così futuribile?

«Accanto alla predisposizione per l'architettura», spiega Bedini, «ho sempre avuto una grande passione per le imprese spaziali. L'idea di poter unire le due cose mi è stata ispirata da un libro, *Colonie umane nello spazio*, di Gerard O'Neil, il noto fisico della Princeton University. In quel testo ho trovato la conferma che potevo applicare i concetti architettonici nell'ambito spaziale e da qui è cominciata l'odissea di trovare materiale e persone che mi appoggiassero in questa ricerca. Il professor Luigi Broglio, massimo esperto italiano di problemi aerospaziali, è stato il primo a dimostrare un certo interesse alla mia idea e mi ha subito affiancato all'ingegner Francesco Piccari, responsabile del ministero della ricerca scientifica per la promozione spaziale, che mi ha seguito fino alla conclusione del progetto collaborando soprattutto alla parte astronautica. Dopo una prima fase di studi nelle università italiane, mi sono trasferito negli Stati Uniti, al centro ricerche Nasa di Ames, vicino a San Francisco, per incontrarmi con gli scienziati e i tecnici dell'ente spaziale americano che hanno subito apprezzato la mia idea. Mi hanno messo a conoscenza dei loro studi sull'argomento e fornito tutte le indicazioni necessarie. Devo dire che il loro contributo sul piano tecnico scientifico è stato fondamentale. Tornato in Italia, ho cominciato a sviluppare concretamente il mio progetto servendomi della collaborazione di fisici, chimici, astronomi delle università di Firenze e di Roma e mantenendo sempre stretti contatti con gli americani. Tutto il lavoro ha richiesto quasi quattro anni e notevoli sacrifici. Ho analizzato la città sotto ogni aspetto: tecnico, urbanistico, politico, sociale, psicologico. Oggi Olga Town è pronta per essere realizzata. Rimane comunque il problema del costo elevato».

Vediamo ora come è organizzata questa metropoli del futuro.

Dall'esterno Olga Town si presenta come un grande cilindro con le estremità affusolate, lungo cinque chilometri e largo due, che ruota intorno alla Terra su un'orbita geostazionaria a 36.000 chilometri dalla superficie terrestre. È stata scelta questa orbita perché, oltre a essere relativamente vicina al nostro pianeta (per raggiungerla bastano tre ore, invece per le colonie spaziali americane, situate nei punti di librazione di Lagrange, dove si annullano le forze gravitazionali della Terra e della Luna, sono necessari cinque giorni), permette al cilindro di rimanere sempre nella stessa posizione rispetto a un punto sulla Terra.



Nella parte centrale del cilindro che contiene la città c'è un diaframma, o «grattacielo», destinato ai servizi collettivi, scuole, cinema, uffici ecc. Qui sopra vediamo il diaframma in sezione longitudinale con i vari piani, alla cui base sorgono le cupole adibite al «verde». Osservato dall'interno della città, il diaframma (vedi illustrazione di Mario Russo qui a sinistra) appare come un immenso disco del diametro di due chilometri. Le cupole abitabili fanno da corona a questa macrostruttura. (Nel disegno di Mario Russo un teatro e un auditorio aiutano a capire le proporzioni del «grattacielo»).

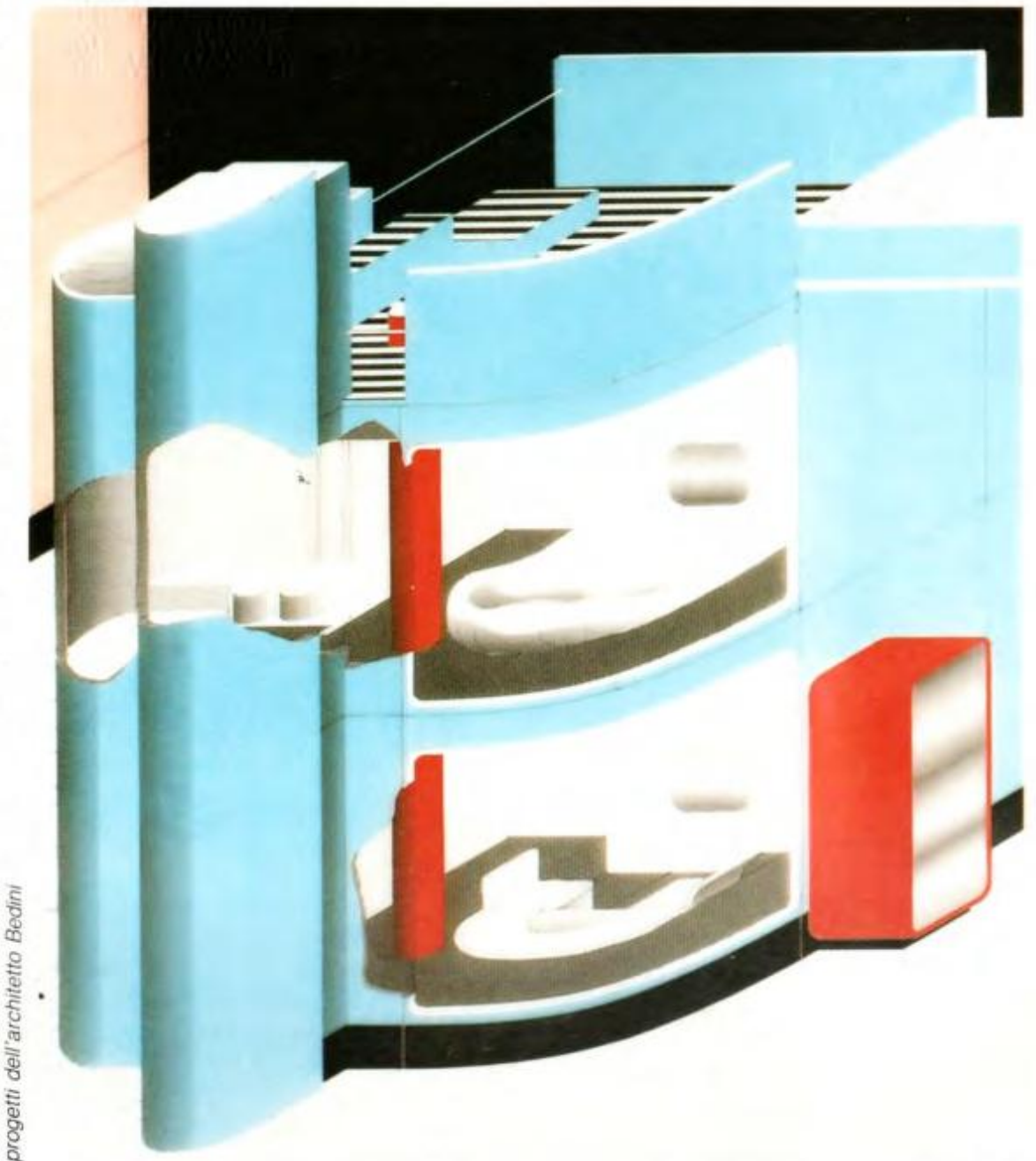
Ciò è essenziale per consentire i collegamenti con la Terra per mezzo dell'ascensore spaziale che scorre lungo un binario agganciato a una delle estremità affusolate. Naturalmente per questioni di bilanciamento è necessaria un'uguale massa nel senso opposto che potrebbe essere costituita da un altro binario portante dei pannelli solari. L'ascensore-razzo, già in progettazione alla Nasa, arriva a una stazione posta a trecento chilometri dalla superficie terrestre e raggiungibile con navette tipo Shuttle: da questa stazione ad Olga Town ci sono solo tre ore di viaggio.

Ritorniamo ora al cilindro orbitante che costituisce l'involucro della nostra città. Osservando il rivestimento esterno (vedi illustrazione delle pagine di apertura) fatto in lega di titanio per proteggere dalle radiazioni e resistere a eventuali impatti di meteoriti, si distinguono tre zone: una centrale in rilievo per mettere in evidenza all'esterno la presenza nell'interno della macrostruttura contenente i servizi collettivi (scuole, uffici eccetera); una zona, riconoscibile dal rivestimento esterno reticolare, che racchiude i settori residenziali e quelli adibiti a «verde», e una terza zona, quella affusolata, che raccorda il cilindro vero e proprio con lo snodo sferico, costituita di tante lame di alluminio riflettente piegate a 90° che permettono la riflessione all'interno del cilindro della luce solare.

Nello snodo sferico sono situati, oltre alla stazione per l'ascensore, tutte le strutture e i servizi per gli arrivi e le partenze delle navi interplanetarie. Lo snodo ha anche la funzione di mettere in comunicazione tra loro i cilindri aggiunti in un secondo tempo. Lo snodo è collegato all'asse di rotazione, immobile, che attraversa il cilindro. Questo asse può essere prolungato per unire meccanicamente i vari cilindri, fino ad arrivare a coprire l'intera orbita geostazionaria che è di 220.000 chilometri: si avrebbero così 42.200 moduli che paradossalmente potrebbero ospitare come già detto più di sei volte la popolazione terrestre attuale.

Addentriamoci ora nella città vera e propria. Al centro, come già si vedeva dall'esterno, è situata un'imponente struttura paragonabile a un altissimo grattacielo costruito come una tela di ragno che divide il cilindro in due zone simmetriche. È qui che si trovano tutti i servizi pubblici della comunità spaziale: uffici, scuole, ospedali, cinema, luoghi di culto, grandi magazzini. A breve distanza da questa costruzione macroscopica si estende il settore adibito a «verde attrezzato» comprendente cioè parchi con alberi veri, piscine, campi da gioco e così via, e accanto a questo si sviluppa la modernissima zona residenziale, costituita da 28.800 «case» a cupola da 25 × 25 metri divise a loro volta in varie cellule abitative, trasformabili a piacere in base alle esigenze sociali del momento. In ogni «casa» devono trovar posto un massimo di 35 persone, in modo che ogni abitante abbia a disposizione almeno 17,8 metri quadrati di superficie.

Il concetto abitativo è estremamente funzionale: ogni cellula, cioè ogni abitazione, ha tre piani. Al primo si trova la zona soggiorno, adatta per le funzioni più razionali quali il lavoro, lo studio, la preparazione individuale del cibo (vedremo più avanti che ci sono anche cucine comuni). Questa zona è collegata agli spazi esterni della cellula dove, grazie a una speciale pavimentazione traformabile con comandi elettronici in tavoli e sedie, è possibile conversare ed essere in contatto con la collettività.



progetti dell'architetto Bedini

Al secondo piano ci sono gli ambienti legati al riposo, al rilassamento e al tempo libero dell'uomo: la grande superficie morbida situata al centro della stanza (vedi illustrazione a pag. 14) può infatti essere usata come letto o come divano per sdraiarsi da soli o in compagnia per conversare, ascoltare musica o vedere la televisione inserita nella parete. All'ultimo piano della cellula (queste case naturalmente non hanno il tetto perché ad Olga Town non piove mai) è prevista l'installazione di attrezzature per ginnastica «in casa», solarium, vasche di idromassaggio e così via.

I tre piani dell'abitazione sono messi in comunicazione da un ascensore situato all'esterno della cellula dove è anche situato un contenitore con i comandi elettronici per i vari servizi.

Sotto le cupole abitative ci sono piccole attrezzature di carattere comunitario (cucine, lavanderie, magazzini) che servono alle abitazioni di un solo modulo. Sotto questo livello si trovano poi nell'ordine la zona adibita all'agricoltura che per convenzione viene chiamata «quota 0», la zona per l'allevamento del bestiame e un'ultima zona per la produzione e la lavorazione del cibo. In questo modo l'alimentazione del futuro cittadino spaziale non sarebbe molto differente da quella abituale della Terra, anzi verrebbe migliorata dalla creazione di nuove risorse alimentari e dai diversi modi di lavorare tali risorse con tecnologie d'avanguardia e ambienti supercontrollati.

C'è però da chiedersi: sulla Terra noi usciamo di casa, dall'ufficio per andare in giro, in campagna, al mare, per stare in contatto con la natura e noi stessi. Ad Olga Town bisogna sempre stare «in casa»? No, anche nella città spaziale è possibile cambiare ambiente, passare tra volumi diversi e quindi stati d'animo diversi.

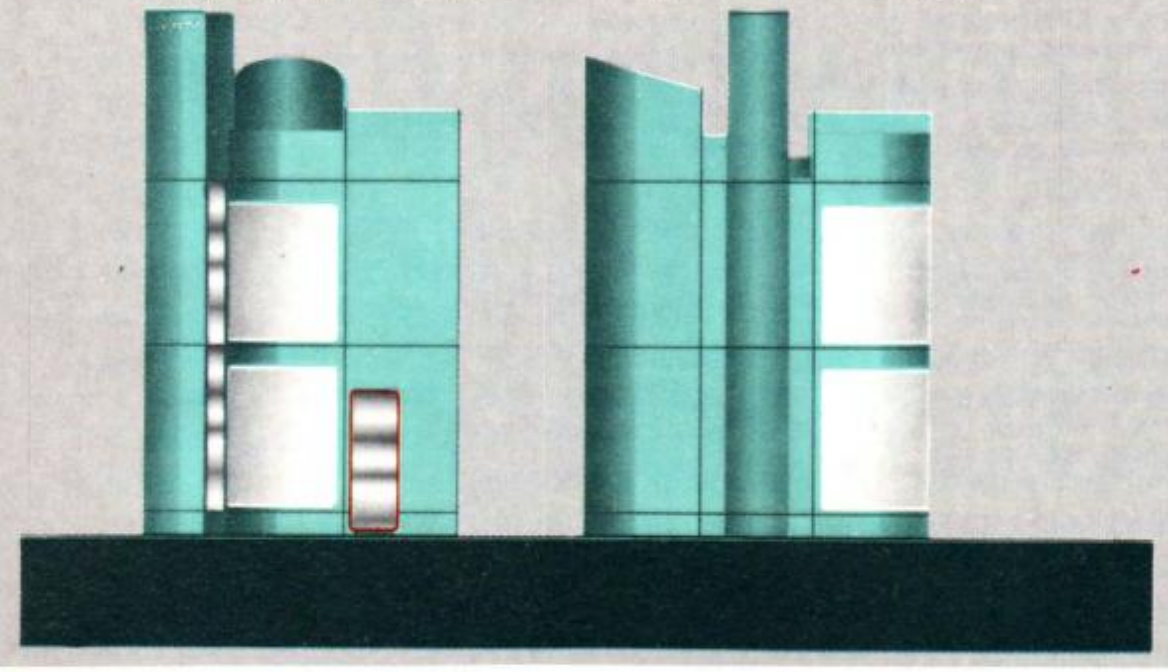
Accanto alle cupole abitative ne sono situate altre molto più alte (circa 50 metri partendo dalla quota 0) adibite come abbiamo già detto a «verde attrezzato». Queste costruzioni ricordano, e si rifanno, alle serre in ferro e vetro o ai «palazzi di cristallo» costruiti verso la metà dell'800 in Francia o in Inghilterra. Passando dalle abitazioni a questi settori più grandi il cittadino spaziale ha la sensazione di andare «fuori», di sentirsi all'aperto, anche perché il soffitto è trasparente e il bagliore della luce solare, portata all'interno della città attraverso fibre ottiche o riflessa dalle lamelle delle estremità affusolate del cilindro, rende quasi invisibile la struttura portante della cupola. Anche la copertura dei settori abitativi è in materiale trasparente che, illuminandosi, evita l'inconveniente di vedere dalla parte opposta della città un altro abitante «a testa in giù».

Come già accennato, l'illuminazione generale della città è ottenuta con una rete di fibre ottiche che captano la luce del So-

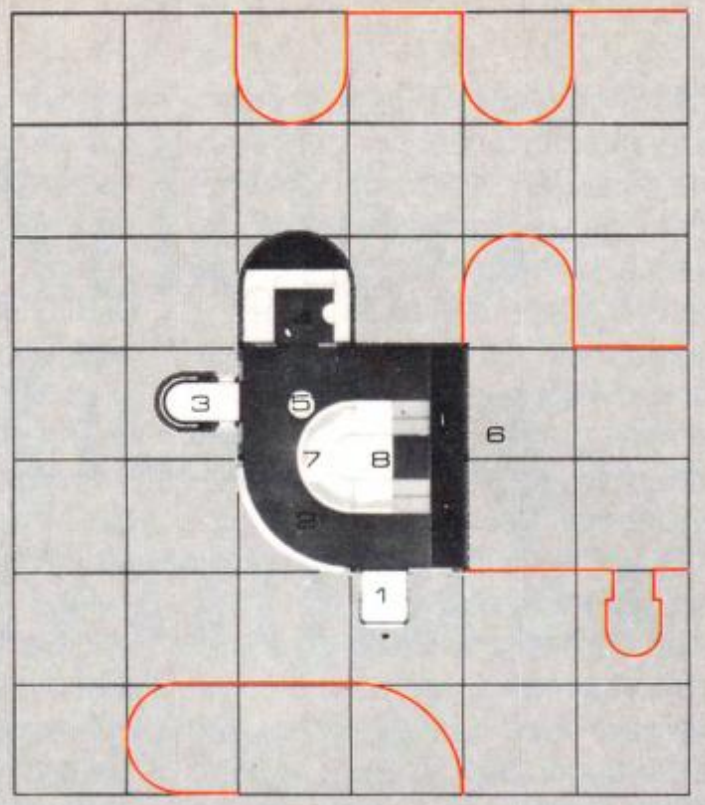
Sopra, assonometria di due cellule abitative. Qui a destra, vari modelli di aggregazione delle cellule residenziali contenute all'interno dei settori abitativi. Contrassegnata con un cerchio scuro è la cellula tipo A descritta nei disegni riprodotti sopra. Sempre nella pagina accanto, in alto: a sinistra, due prospetti della cellula A e, a destra, la piantina del primo piano. Al centro: a sinistra, la piantina del secondo piano e a destra, quella del piano di copertura.

CELLULA ABITATIVA DI TIPO A SCALA 1:20

PROSPETTO LATO INGRESSO



PROSPETTO LATO ASCENSORE

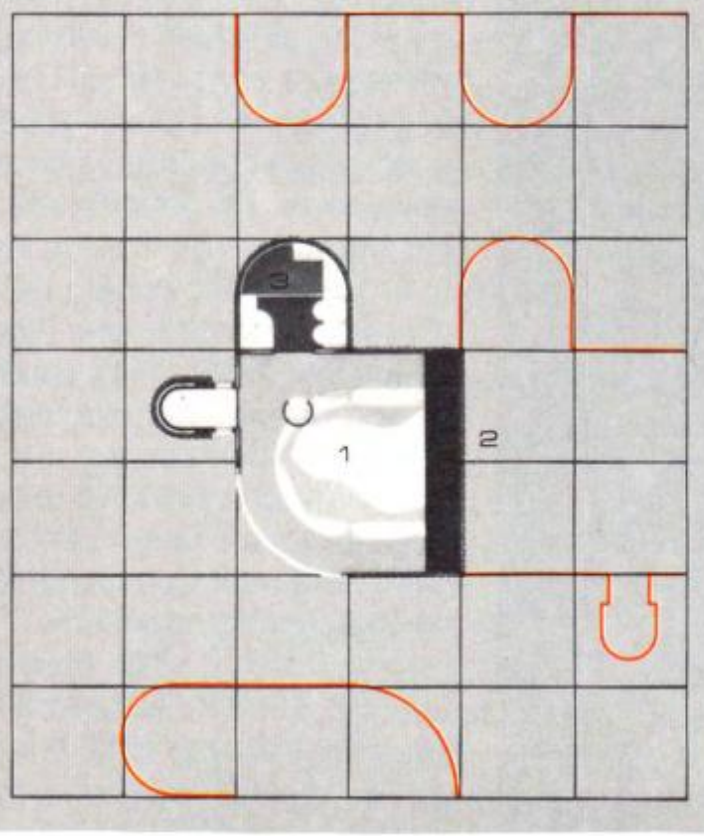


CELLULA TIPO A
SCALA 1:20

PRIMO PIANO

PIANTA
QUOTA 12.90

1 INGRESSO
2 TRANSITO
3 COLLEGAMENTO VERTICALE
4 CONSERVAZIONE E PREPARAZIONE CIBO
5 COLL.VERT. DI SERVIZIO-ASPIRAZIONE-RIFIUTI
6 CONTENITORE PER VIDEO TERMINALE-TV-VARI
7 SEDUTA
8 PIANI REGOLABILI IN ALTEZZA

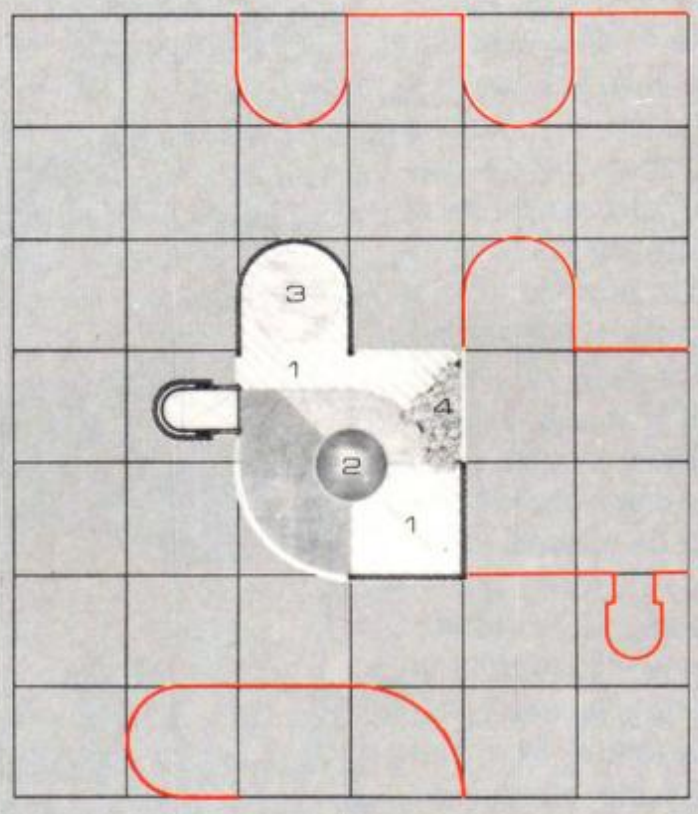


CELLULA TIPO A
SCALA 1:20

SECONDO PIANO

PIANTA
QUOTA 15.83

1 ATTREZZATURA PER IL RELAX
2 CONTENITORE POLIFUNZIONALE-TV-MUSICA-ABBIGLIAMENTO-VARI
3 IMPIANTI IGIENICO-SANITARI



CELLULA TIPO A
SCALA 1:20

PIANO TERRAZZA

PIANTA
QUOTA 18.75

1 SUPERFICI ATTREZZATE-GINNASTICA-SOLARIUM
2 LUCERNARIO
3 VASCA CON IDROMASSAGGIO
4 CONTENITORE PER PIANTE

AGGREGAZIONE CELLULE RESIDENZIALI PIANTA SCALA 1:100

TIPO: A
SUP. ABIT. SERV. COLL. VERTICALI

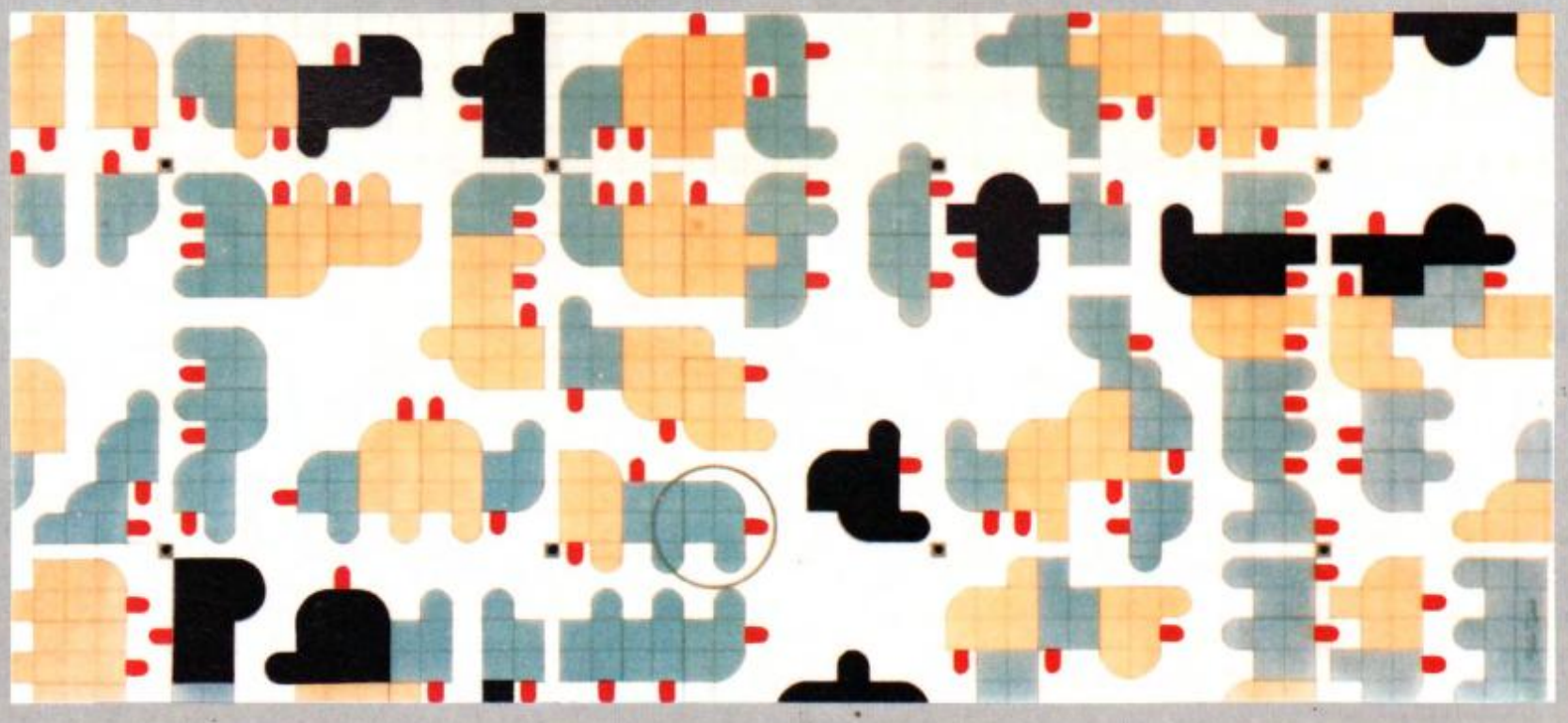
SUPERFICIE COPERTA: MQ 21.5
SUP. TOTALE (3 PIANI): MQ 64.5
1-2 PERSONE

TIPO: B
SUP. ABITABILE COLL. VERTICALI SERVIZI

SUPERFICIE COPERTA: MQ 29.5
SUPERFICIE TOTALE (3 PIANI): MQ 88.5
3 PERSONE

TIPO: C
SUP. ABITABILE SERVIZI C.V.

SUPERFICIE COPERTA: MQ 41.5
SUPERFICIE TOTALE (3 PIANI): MQ 124.5
4 PERSONE



FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

MAGGIO 1984 L. 4000

PARLA L'ITALIANO CHE LANCERÀ LO SPACE TELESCOPE: VEDREMO NASCERE LE GALASSIE

ELICOTTERI ANTICARRO: I CORAZZATI VOLANTI

GIOCARE COL COMPUTER

IN REGALO
L'ENCICLOPEDIA ASTRONAUTICA (VOLUME 4)

ALBERTO PERUZZO EDITORE

FUTURA

RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

ANNO II - N. 9 — MAGGIO 1984

DIRETTORE RESPONSABILE: GIORGIO SANTOCANALE

SERVIZI

MISURIAMO LA FEBBRE AL VULCANO 13
di *Eugenio Zilioli*
Tutti gli strumenti scientifici che prevedono le eruzioni vulcaniche

I NUOVI CORAZZATI VOLANTI 18
di *Maurizio Bianchi*
I modernissimi elicotteri d'assalto per la guerra anticarro

SUPERANTIBIOTICI CONTRO BATTERI-KILLER 24
di *Piero Baldi*
Solo penetrando nelle cellule si vincono i batteri più resistenti

INTERVISTA: RICCARDO GIACCONI 28
di *Angiola Bono*
Parla lo scienziato che dirigerà il lancio dello Space Telescope

TUTTE LE IMMAGINI DEL COMPUTER 32
di *Aldo Grasso*
Le più recenti meraviglie tecniche della Computer Graphics

GUERRA CHIMICA NEGLI ABISSI CON LE NEUROTOSSINE 37
di *Angelo Gavezzotti*
I più piccoli esseri marini usano potenti «veleni» per difendersi

IL GIORNO PIÙ FREDDO 53
di *Lorenzo Pinna*
Un conflitto atomico può portare la Terra a una nuova era glaciale

IL CANTO DELL'USIGNOLO ELETTRONICO 56
di *Daniele Caroli*
I computer musicali possono ricreare il suono di un'intera orchestra

RACCONTO: L'UOMO CHE VOLLE ESSERE CANE 63
di *Paolo Raiteri*

Nella copertina di Victor Togliani un «cantiere» su un asteroide di Giove

Thomas Dolby con uno strumento musicale di sua invenzione. Servizio a pagina 56.

Una impressionante immagine di una eruzione vulcanica. Servizio a pagina 13.

RUBRICHE

PRIMA PAROLA:
Verso stimolanti traguardi 4
di *Giorgio Santocanale*

LETTERE 6

TERRA:
Petrolio di annata 8
di *Anselmo Castiglioni*

SPAZIO:
Riparato il Solar Max 9
di *Maurizio Rabolini*

CORPO:
Cancerogeni giù la maschera 10
di *Adriano Botta*

MENTE:
Più intelligenti a 70 anni 11
di *Marisa Di Bartolo*

FUTURA FLASH 43

ARTE FANTASTICA:
Affresco di mondi probabili 70
Dipinti di *Silvio Cadelo*

GIOCHI ELETTRONICI 76
di *Aldo Grasso*

CINEMA:
Contro i nuovi Stranamore 84
di *Claudio Lazzaro*

MOTORI:
Quanto è leggera quest'auto 85
di *Giancarlo Falletti*

ESPLORAZIONE
Diverse come due gocce 87
di *Angelo Gavezzotti*

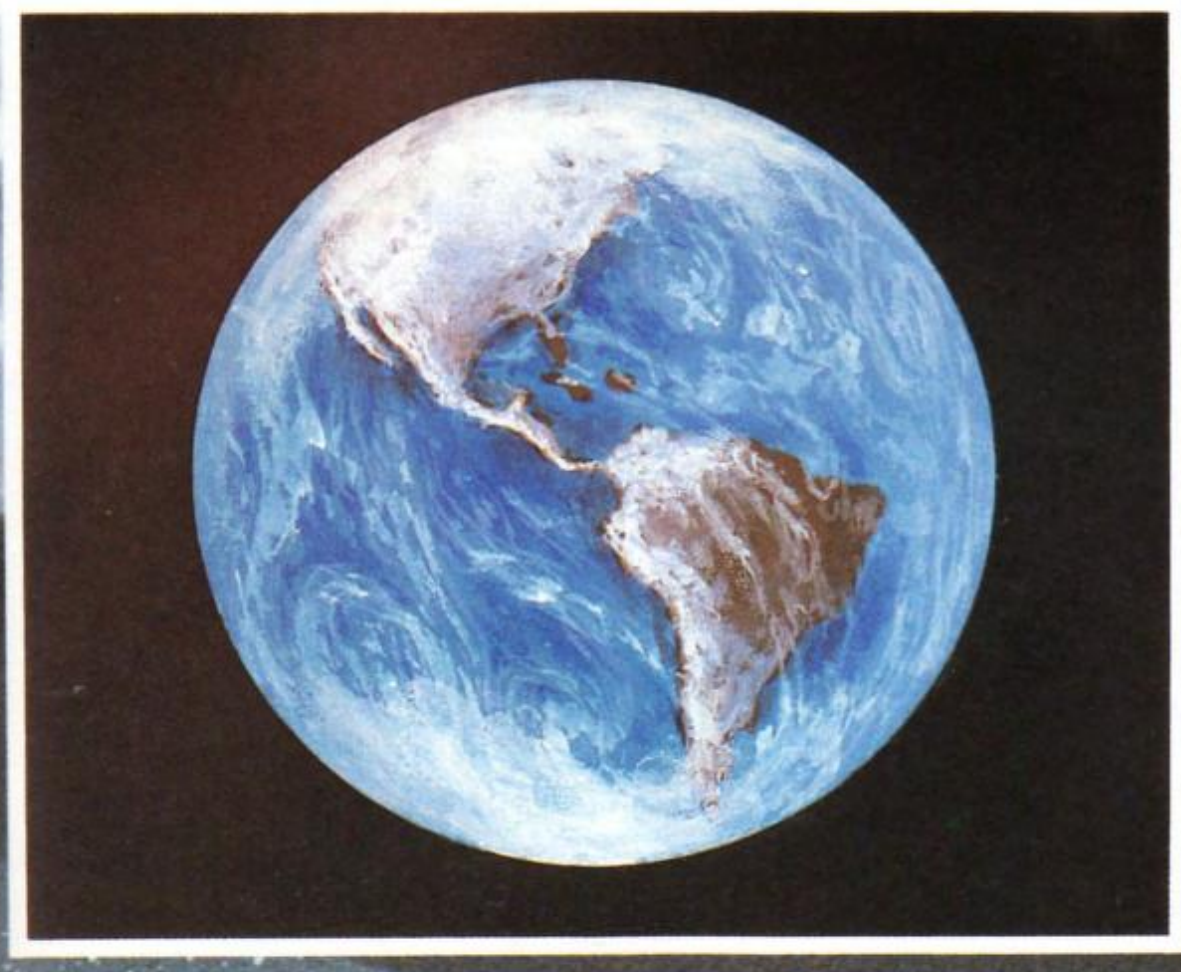
PRIMOPIANO 89
Fotografia di *Claude Nardin*

ULTIMA PAROLA:
Parlano i Nobel 90
di *Giorgio Fattori*

SCIENZA FUTURA - Peruzzo Periodici del GRUPPO ALBERTO PERUZZO, 20154 Milano, Via T. Speri 8, tel. (02) 6596101. Telex APER I 314041.

Diritti riservati. Copyright 1984 Peruzzo Periodici.

Registrazione del Tribunale di Milano n. 224 del 14 maggio 1983. Printed in Italy. *Stampa*: EUROGRAPH spa, Via Oroboni 38 - Milano. *Composizione*: La nuova fotocomposizione srl, 20124 Milano, V. Monte Grappa 6. *Spedizione*: Abb. Postale Gruppo III/70. *Distribuzione in Italia*: Rizzoli Editore, 20132 Milano, via Angelo Rizzoli 2, tel. (02) 2588. *Distribuzione all'estero*: Messaggerie internazionali, 20158 Milano, via M. Gonzaga 4, tel. (02) 872971/2. *Arretrati*: i numeri arretrati vanno richiesti a: Peruzzo Periodici - *ufficio arretrati*, 20154 Milano, via Tito Speri 8, inviando anticipatamente l'importo, che corrisponde al doppio del prezzo di copertina, a mezzo assegno o a mezzo c/c post. n. 189209. *Abbonamenti*: Peruzzo Periodici - *ufficio abbonamenti*, 20154 Milano, via Tito Speri 8. Abbonamento annuo L. 48.000.



IL GIORNO PIÙ FREDDO

Lo scoppio delle bombe di una guerra nucleare solleverebbe tanto fumo e ceneri da impedire al Sole di scaldare la Terra. E sarebbe una nuova era glaciale.

di LORENZO PINNA

Gli arsenali nucleari delle due Superpotenze USA e URSS contengono armi con una capacità distruttiva valutata in 12.000 Megaton (cioè 12 miliardi di tonnellate di tritolo). Questi potentissimi ordigni atomici e termonucleari sono montati su missili i cui sistemi di guida consentono una precisione quasi assoluta nel colpire il bersaglio: sono previsti errori nell'ordine di qualche decina di metri. E nonostante le distanze che separano le basi americane e sovietiche, un missile intercontinentale impiega circa mezz'ora per raggiungere il suo obbiettivo. La Terza Guerra Mondiale potrebbe durare meno di un giorno. Ma la catastrofe provocata renderebbe probabilmente vere le parole di Einstein: «Non so con quali armi verrà combattuta la Terza Guerra Mondiale, so che la Quarta sarà combattuta con la clava».

Oggi tuttavia alcuni studi stanno dimostrando che anche questa ipotesi potrebbe rivelarsi troppo ottimista. Un conflitto nucleare totale può, secondo queste nuove analisi, rappresentare la conclusione non solo per la nostra civiltà, ma per l'uomo come specie. In questo caso non ci sarebbe una quarta guerra.

Estinzioni improvvise sono avvenute, anche se raramente, nel corso della storia del nostro pianeta. I dinosauri sono uno degli esempi più drammatici. Circa 60 milioni di anni fa la loro specie scomparve in un tempo molto breve. Una delle ipotesi spiega questa lontana catastrofe con un cambiamento del clima seguito allo scontro della Terra con un asteroide. La polvere e i detriti sollevati in aria dall'impatto avrebbero provocato una grave riduzione nella diffusione della luce solare. Questa perturbazione avrebbe causato la morte di numerose specie vegetali in molte regioni del nostro pianeta e, come ultimo effetto, avrebbe fatto morire di fame i dinosauri.

L'estinzione di una specie è comunque un fenomeno che può verificarsi soltanto quando l'ambiente cambia a tal punto e così rapidamente da rendere impossibile l'adattamento e la sopravvivenza di un'intera popolazione di esseri viventi.

ILLUSTRAZIONE di VICTOR TOGLIANI

Può una guerra nucleare totale provocare un simile definitivo disastro? Cominciamo il nostro cammino tra i terrificanti scenari che tentano di dipingere un quadro realistico della Terra dopo l'Apocalisse.

Gli effetti immediati delle esplosioni nucleari sono conosciuti. Il primo è l'ondata di calore capace di dar fuoco (nel caso di una sola bomba da un Megaton) a qualsiasi cosa nel raggio di 15-20 chilometri dal punto zero (il luogo dello scoppio). Lo spostamento d'aria è il secondo effetto e raderebbe al suolo (sempre nel caso di una bomba da un Megaton) qualsiasi edificio nel raggio di cinque chilometri. Un terzo effetto a breve scadenza sono le radiazioni. Nell'esplosione della bomba i neutroni lanciati dalla sfera di fuoco renderebbero radioattivi i materiali che in situazioni normali sono assolutamente innocui.

Questi materiali, detriti e polveri sollevati in aria, ricadrebbero nei giorni e nelle settimane seguenti non solo nella zona dell'esplosione ma dove i venti li avessero sospinti. In questo modo anche le persone non direttamente colpite dallo scoppio non potrebbero considerarsi in salvo.

Secondo alcuni studi gli effetti immediati (calore e spostamento d'aria) e quelli a breve scadenza (radiazioni) di 12.000 Megaton potrebbero uccidere da 300 milioni a un miliardo di persone. Altrettanti sarebbero i feriti gravi, destinati a una morte certa a causa della completa scomparsa di qualsiasi struttura ospedaliera. Tutta questa devastazione colpirebbe prevalentemente l'emisfero settentrionale. America, Unione Sovietica, Europa, Giappone sarebbero le nazioni maggiormente distrutte.

Questo scenario pur terrificante ed apocalittico (scomparsa di circa metà del genere umano) non significa ancora l'estinzione dell'uomo come specie. Rimane infatti l'emisfero meridionale che può ritenersi immune dagli effetti immediati.

Ma c'è un altro pericolo: gli effetti a più lunga scadenza di un conflitto totale. Paradossalmente, il rischio più grave per l'intera umanità non è rappresentato né dall'ondata di calore, né dallo spostamento d'aria, né dalle radiazioni. Alcuni studi condotti da climatologi del Ncar (National Center for Atmosferic Research) e della Nasa hanno infatti calcolato che le ceneri, le polveri e i detriti lanciati nell'atmosfera durante le esplosioni potrebbero causare gravi perturbazioni nella circolazione atmosferica, potrebbero addirittura dare origine a un «inverno nucleare».

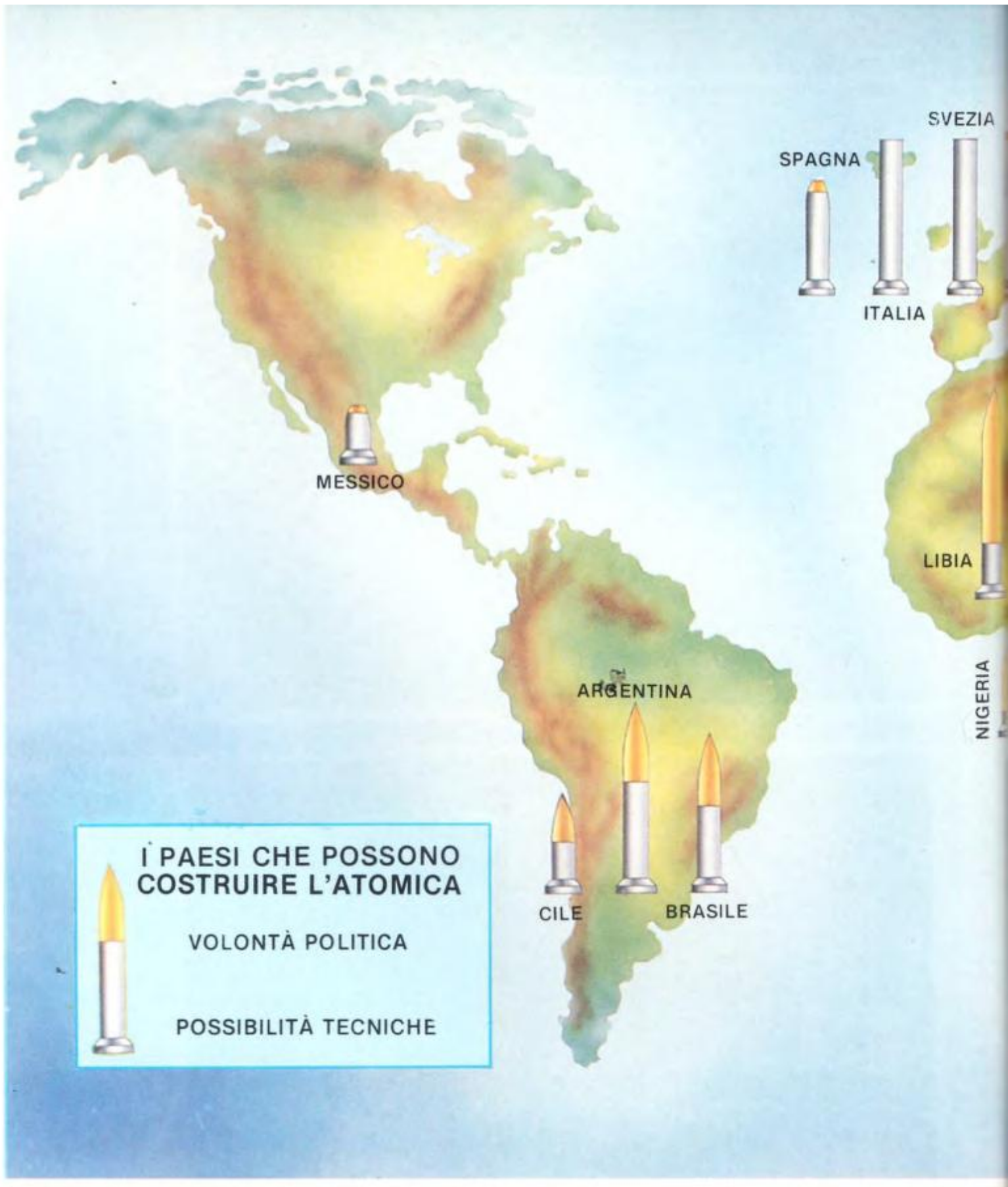
Subito dopo lo scoppio delle bombe, tempeste di fuoco devasterebbero città e foreste scagliando in aria fumo e ceneri che si andrebbero a sommare alla polvere e ai detriti già sollevati dalle esplosioni. È stato calcolato che solamente il fumo diffonderebbe nell'atmosfera 225 milioni di tonnellate di particelle microscopiche. A causa delle loro dimensioni ridottissime queste particelle potrebbero rimanere in aria per molto tempo e, cosa peggiore, intercetterebbero la luce solare. Nell'emisfero settentrionale, nei mesi dopo lo scontro la luce, capace di filtrare attraverso la coltre di pesanti nubi, potrebbe non essere sufficiente per la fotosintesi delle piante.

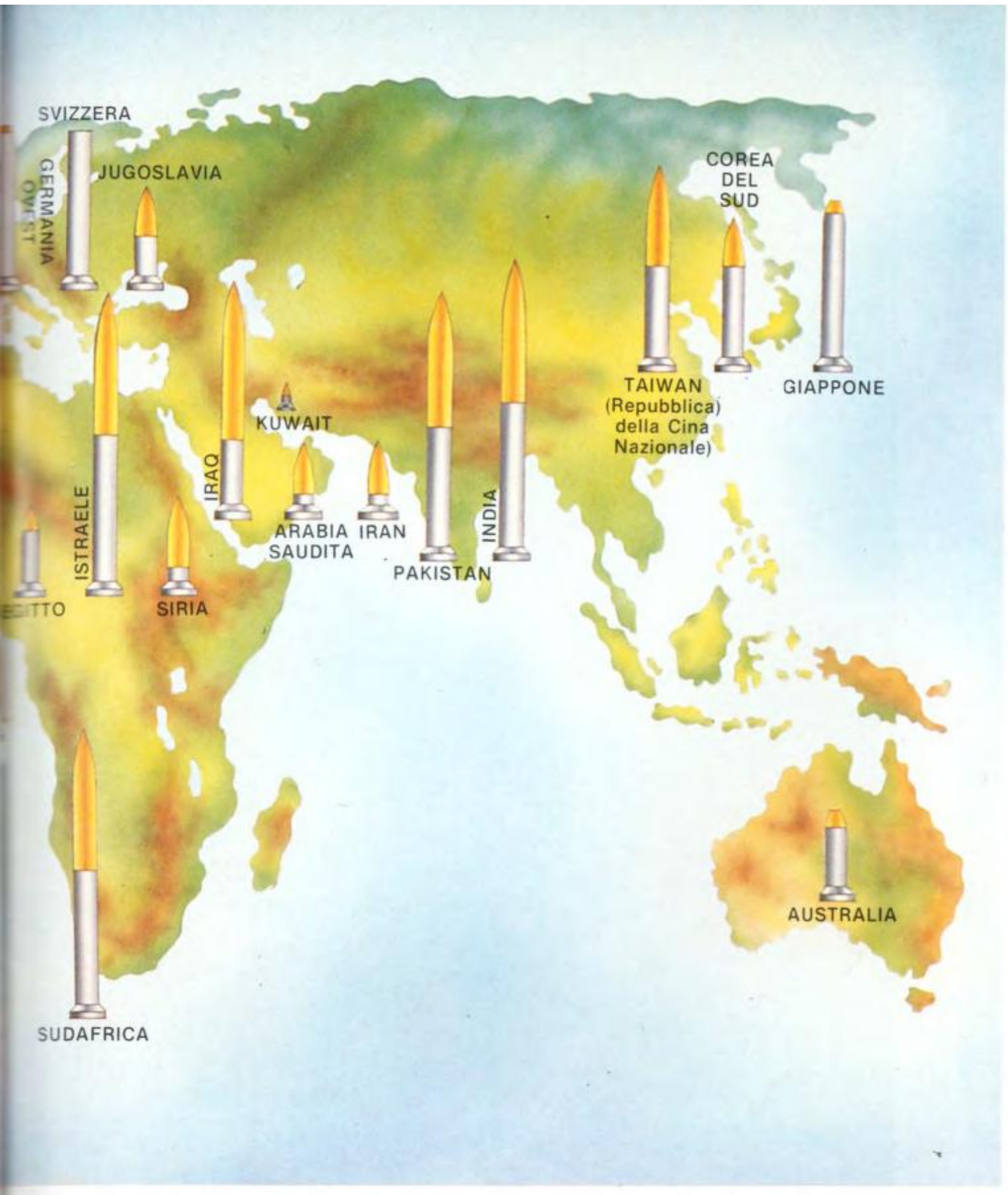
È stato previsto che le temperature dell'«inverno nucleare» dovrebbero oscillare fra i 15 e i 25 gradi sotto zero. Tutti i raccolti, anche se non danneggiati direttamente dal conflitto, verrebbero distrutti. Ma l'«inverno nucleare» non ucciderebbe soltanto le piante, anche gli animali morirebbero in tempi più o meno lunghi.

I sopravvissuti dell'emisfero settentrionale dovrebbero contare solo sulle riserve di cibo già accumulate, essendo impossibile ogni nuova coltivazione. Quanto potrebbero durare queste riserve? Più o meno dell'«inverno nucleare»? E ammettendo che questo inverno duri «solo» qualche mese, quanto tempo è necessario perché le condizioni climatiche ritornino tali da permettere una rudimentale agricoltura? Anche secondo le più rosee previsioni le possibilità di sopravvivenza nell'emisfero settentrionale sarebbero ridotte a zero.

Ma l'«inverno nucleare» provocato dalla coltre di fumo e dalle polveri lanciate nell'atmosfera potrebbe avere conseguenze ancora più catastrofiche: poiché le nuvole di fumo e polvere trattengono la luce e il calore solari, con il tempo si riscalderebbero, provocando la rottura del sistema climatico che attualmente tiene separata la circolazione atmosferica dei due emisferi.

Secondo l'astronomo Carl Sagan, sulla Terra del dopo-bomba potrebbe ripetersi un fenomeno già osservato su Marte: tempeste di polvere nate in una regione di questo pianeta provocano delle variazioni nella diffusione della luce solare. La nube di polvere si riscalda poiché trattiene la luce, mentre la regione sottostante si raffredda; questa perturbazione locale disturba a tal punto il sistema generale di circolazione che i venti indotti propagano la tempesta di polvere a tutto il pianeta. Naturalmente Marte è molto diverso dalla Terra ed è quindi azzardato trarre conclusioni definitive. Ma se un simile effetto dovesse verificarsi sulla Terra a causa di una guerra nucleare, allora anche l'emisfero meridionale si troverebbe ad affrontare l'oscurità ed il gelo dell'«inverno nucleare». In questa ultima ipotesi tutta la specie umana sarebbe davvero in pericolo: la popolazione terrestre potrebbe ridursi al di sotto di un numero critico e qualsiasi oscillazione demografica dovuta a epidemie (estremamente probabili) o a crolli di fecondità causati dalle radiazioni, farà





I missili che vediamo in questa mappa mostrano in quali parti del mondo ci si sta avvicinando a realizzare la bomba atomica: la parte inferiore dei missili indica le conoscenze tecniche che ogni nazione ha per costruirla, la loro testata mostra le «motivazioni politiche» che spingono gli stessi stati alla costruzione. Nel disegno di apertura, vediamo le varie fasi del raffreddamento progressivo della Terra a causa di fumi e ceneri generati da un conflitto atomico totale.

sparire definitivamente l'*Homo sapiens*.

Forse insetti e batteri, qualche pianta, i pesci e persino qualche uccello o un piccolo mammifero potrebbero sopravvivere per cominciare, una volta finito l'«inverno nucleare», un nuovo capitolo nella storia del nostro pianeta. Un capitolo dal quale l'uomo, però, rimarrà escluso.

Se questi sono i rischi paventati da molti scienziati, la preoccupazione comune a tutti noi per gli arsenali nucleari delle due Superpotenze e per il loro continuo aumento fa dimenticare, a volte, che anche altre nazioni possiedono la bomba atomica o che in breve tempo potrebbero costruirsela. Oltre ai paesi appartenenti, al vecchio club atomico (USA, URSS, Francia, Gran Bretagna e Cina) altre nazioni possono considerarsi membri a tutti gli effetti. L'India ha già fatto esplodere nel 1974 un ordigno di prova e sicuramente possiede la capacità di costruirne altri, se già non lo ha fatto. Anzi, secondo alcuni esperti l'India sta studiando anche la possibilità di costruire una bomba all'idrogeno.

Nel deserto del Negev, in Medio Oriente, si trovano il reattore «Dimona» e il Centro studi nucleari dove Israele ha messo a punto la propria bomba atomica. E a questo Stato tutti gli esperti accreditano un arsenale di circa dieci bombe.

Il Sud Africa è fortemente sospettato non solo di possedere la bomba ma di averla già sperimentata: un lampo nell'Atlantico Meridionale venne fotografato nel settembre del '79 da un satellite spia americano. Un test atomico sottomarino, pensarono gli esperti; tuttavia l'analisi delle foto non riuscì a chiarire in maniera definitiva la natura di quel lampo. E naturalmente il Sud Africa nega di possedere simili armi. Ma anche altre nazioni si stanno avvicinando alla soglia atomica. Vediamo sulla mappa pubblicata in queste pagine le nazioni che tecnicamente potrebbero già costruirsela (come l'Italia o il Giappone) e quelle che vorrebbero costruirla per motivi politici ma che non hanno ancora le conoscenze necessarie (come la Libia). Non è detto tuttavia che questi paesi ancora indietro tecnologicamente non riescano a trovare il modo di procurarsi le conoscenze e il materiale necessario. A questo proposito bisogna ricordare un fatto molto curioso. Qualche tempo fa uno studente di fisica americano riuscì a elaborare i calcoli e il progetto per costruire una bomba atomica usando soltanto dati e documenti pubblici consultati nella biblioteca del Congresso degli Stati Uniti.

Una volta che le conoscenze tecniche siano state in qualche modo messe insieme rimane però da risolvere il problema del materiale radioattivo. Molte nazioni che oggi stanno tentando di costruire la bomba hanno approffittato della tecnologia nucleare a scopi pacifici: i reattori a uranio per la produzione di energia anche se con molte difficoltà possono offrire l'occasione per procurarsi il plutonio necessario alla bomba. Le scorie radioattive prodotte dai reattori contengono infatti questo elemento ma in una forma diffusa e non adatta a costruire armi. Se però le scorie vengono trattate con appositi procedimenti chimici, allora è possibile estrarre il plutonio puro adatto alle bombe.

Naturalmente i paesi più industrializzati quando vendono un reattore stanno ben attenti a non includere tecnologie che permettano il trattamento delle scorie. Inoltre, di solito, i paesi compratori vengono obbligati a impegnarsi nel Trattato di non proliferazione nucleare. Tuttavia queste precauzioni a volte si rivelano insufficienti: piccoli impianti per trattare le scorie ed estrarre il plutonio possono venir acquistati con la scusa che servono a qualche università solo per fini di ricerca e poi essere dirottati verso usi militari. A ciò si aggiunge che una generazione di reattori (ancora in fase sperimentale), i così detti «reattori veloci», funzionerà a plutonio invece che a uranio. In questo modo, acquistando una tecnologia pacifica, qualsiasi paese potrà avere i materiali adatti a costruire una bomba.

Un altro pericolo da non sottovalutare è che la produzione di plutonio è in continuo aumento: nel 1982 ne sono state prodotte 175 tonnellate; nel 2000 si prevede saranno 1700. «La diffusione di impianti commerciali che impiegano il plutonio», dice il dottor Paul Leventhal dell'Institute for Nuclear Control di Washington, «può essere molto pericolosa. Cosa potrebbe avvenire se questo materiale finisse in mano a un gruppo di terroristi? O a governi senza scrupoli? O più semplicemente cosa potrebbe succedere se dei terroristi si vantassero di possedere un quantitativo anche limitato di plutonio e, a causa del numero degli impianti o dei controlli insufficienti, non fosse possibile capire se tutta la faccenda sia un bluff o una minaccia reale?». La corsa alla bomba ha molti partecipanti e rischia di complicare ulteriormente l'equilibrio tra le due Superpotenze e di aumentare le probabilità di un incidente capace di scatenare una crisi incontrollabile. ∞

FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

LUGLIO-AGOSTO 1984 L.4000

OLIMPIADI: SFIDA ALL'ULTIMO RECORD

SPECIALE MARE

NUOVE MOLECOLE SCOPERTE NEL COSMO

AEREI INCURSORI: A VOLO RADENTE IN TERRA NEMICA

COMPUTER: CHE COSA C'È DI NUOVO

ALBERTO PERUZZO EDITORE

FUTURA

RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

ANNO II - N. 11 — LUGLIO-AGOSTO 1984

DIRETTORE RESPONSABILE: GIORGIO SANTOCANALE

SERVIZI

OLIMPIADI: SFIDA ALL'ULTIMO RECORD 10
di *Enrico Arcelli*
Ecco come saranno abbattuti primati fino a ieri insuperabili

NASCERÀ L'ATLETA IMBATTIBILE? 15
di *Lita Riggio*
Si cerca di prevedere quali saranno i record definitivi

MOLECOLE SCONOSCIUTE NEL COSMO 32
di *Angelo Gavezzotti*
È nata una nuova branca della ricerca: l'astrochimica

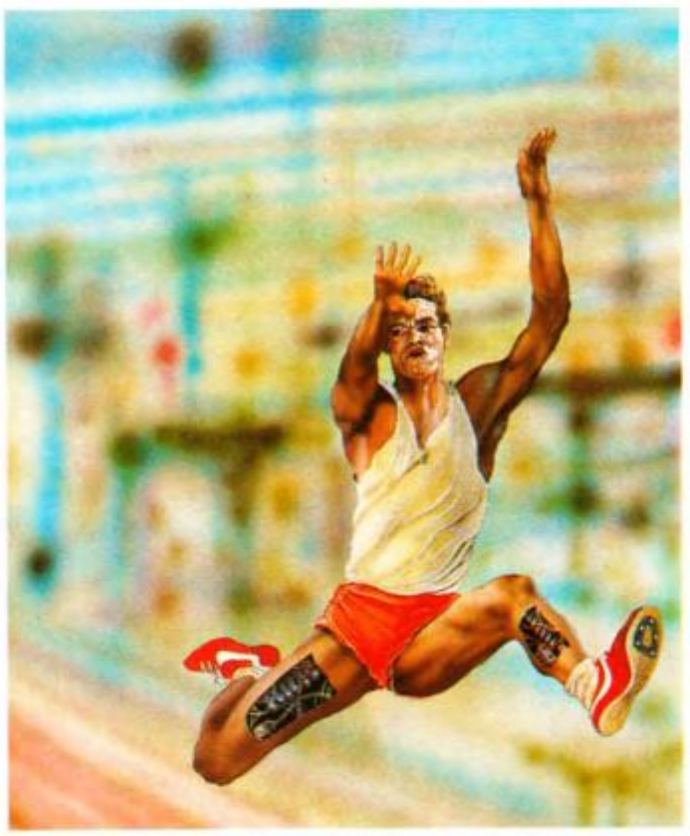
INTERVISTA: FRED HOYLE 38
di *Giorgio Rivieccio*
L'astrofisico inglese spiega perché la vita non è nata sulla Terra

VOLO RADENTE MISSIONE «DEEP STRIKE» 53
di *Maurizio Bianchi*
I velocissimi e potentemente armati aerei incursori

QUAGGIÙ QUALCUNO LI AMA 61
di *Paolo Ghillani*
Chi sono e cosa fanno i soci della Lega Italiana Protezione Uccelli

DOTTORE, C'E UNA FIBRA CHE MI STA NEL CUORE 68
di *Nadia Gelmi*
Le più nuove arterie artificiali e le tute degli astronauti sono fatte con lo stesso materiale

RACCONTO: In volo con l'energia mentale 73
di *Pino Puggioni*



Atleti o robot alle olimpiadi di Los Angles? È il tema della copertina, realizzata da Mauro Cammilli.

Scopriamo insieme i misteri e le meraviglie degli abissi più profondi. Dossier a pag. 18.

Il Tornado IDS dell'Aeronautica Militare Italiana. Servizio a pag. 52.

DOSSIER

IL MARE

IL MEDITERRANEO È IN DISCESA 20
di *Giorgio Rivieccio*
Le più recenti scoperte sulla fisica e la biologia di mari e oceani

CINQUE CHILI D'ORO OGNI CHILOMETRO CUBO 24
di *Eugenio Buono*
Come strappare al mare i suoi tesori più preziosi

NASCERÀ IN CORSICA LA NUOVA ATLANTIDE 28
di *Adriano Botta*
Città, industrie e fattorie sottomarine stanno per diventare una realtà

RUBRICHE

PRIMA PAROLA: Una mancata trasferta in orbita 5
di *Giorgio Santocanale*

LETTERE 6

CORPO: Vedere con gli ultrasuoni 8
di *Marisa Di Bartolo*

MENTE: Le frontiere della neurologia 9
di *Giorgio Santocanale*

FUTURA FLASH 43

GIOCHI E COMPUTER 78
di *Aldo Grasso*

CINEMA: Il detective extrasensoriale 88
di *Claudio Lazzaro*

LIBRI: Bethe: una vita per la fisica 89
di *Lita Riggio*

ULTIMA PAROLA: Apprendere per divulgare 90
di *Paola De Paoli*

SCIENZA FUTURA - Peruzzo Periodici del GRUPPO ALBERTO PERUZZO, 20154 Milano, Via T. Speri 8, tel. (02) 6596101. Telex APER I 314041.

Diritti riservati. Copyright 1984 Peruzzo Periodici.

Registrazione del Tribunale di Milano n. 224 del 14 maggio 1983. Printed in Italy. *Stampa*: EUROGRAPH spa, Via Oroboni 38 - Milano. *Composizione*: La nuova fotocomposizione srl, 20124 Milano, V. Monte Grappa 6. *Spedizione*: Abb. Postale Gruppo III/70. *Distribuzione in Italia*: Rizzoli Editore, 20132 Milano, via Angelo Rizzoli 2, tel. (02) 2588. *Distribuzione all'estero*: Messaggerie internazionali, 20153 Milano, via M. Gonzaga 4, tel. (02) 872971/2. *Arretrati*: i numeri arretrati vanno richiesti a: Peruzzo Periodici - *ufficio arretrati*, 20154 Milano, via Tito Speri 8, inviando anticipatamente l'importo, che corrisponde al doppio del prezzo di copertina, a mezzo assegno o a mezzo c/c post. n. 189209. *Abbonamenti*: Peruzzo Periodici - *ufficio abbonamenti*, 20154 Milano, via Tito Speri 8. Abbonamento annuo L. 48.000.

CINQUE CHILI D'ORO OGNI CHILOMETRO CUBO

Il mare è pieno d'oro, ma costerebbe troppo estrarlo. Siamo invece pronti a sfruttare i veri tesori delle sue casseforti: metalli, alghe, energia.

di EUGENIO BUONO

Il mare è una cassaforte stracolma di ricchezze, ma fino a pochi anni fa non ne si conosceva nè il contenuto nè la combinazione. Si sapeva, è vero, quale fosse la percentuale di minerali disciolti nell'acqua; un dato tra gli altri: ogni chilometro cubo (mille miliardi di litri) di mare contiene cinque chili d'oro puro. Ma si sapeva pure che la fatica e l'energia necessarie per estrarli ne avrebbe vanificato il vantaggio economico.

Ragionamenti del genere sono stati poi completamente dimenticati quando, da tre, quattro anni a questa parte è stato individuato il vero tesoro della cassaforte acquatica: noduli polimetallici, sabbie metallifere, bacini sedimentari. E le principali nazioni del mondo hanno cominciato a gettarsi «a pesce» sulle risorse che si trovano nelle miniere in fondo agli oceani.

I noduli polimetallici — scoperti in realtà oltre cento anni fa da alcuni oceanografi inglesi, ma considerati sempre una rarità e una bizzaria della natura — sono agglomerati di vari minerali con dimensioni che vanno da quelle di una noce a quelle di una mela. Sono molto diffusi solo in particolari zone, come l'Oceano Atlantico nordoccidentale e quello sudorientale, l'Oceano Indiano meridionale, il Mar Cinese e in buona parte dell'Oceano Pacifico.

Il meccanismo attraverso il quale la natura ha voluto prendersi il distrurbo di far trovare agli uomini i minerali che erano sciolti nell'acqua già aggregati in queste pepite composite non è ancora del tutto noto: si pensa che i noduli si formino a partire da un elemento estraneo (roccia, legno, frammenti ossei) attorno al quale si accumulano le particelle dei minerali che dalla superficie precipitano verso il fondo.

Questo processo sarebbe favorito da alcune sostanze di natura organica che avrebbero la funzione di catalizzatori, e può durare anche vari milioni di anni. Fatto sta che, secondo le stime più recenti (1982) oltre 50 milioni di chilometri quadrati di fondale marino sarebbero ricoperti da noduli, il cui peso totale sfiorerebbe i 200 miliardi di tonnellate. Come si vede, ce n'è per tutti, anche se inizialmente solo un decimo del peso globale potrà essere realmente estratto con le tecniche oggi a disposizione.

Lo sfruttamento di queste miniere oceaniche diviene ancora più appetibile se si pensa che i noduli contengono metalli piuttosto rari e indispensabili per le industrie più avanzate, come manganese, rame, cobalto, nichel, fosforo, magnesio, alluminio, molibdeno, vanadio. In particolare, tanto per fare un esempio, dai 23 miliardi di tonnellate di noduli estraibili subito, si potranno ottenere 270 milioni di tonnellate di nichel e 32 milioni di tonnellate di cobalto, cifre che corrispondono, rispettivamente, a cinque e a nove volte di più della potenzialità delle riserve minerarie terrestri conosciute di questi elementi.

Visto che cosa contiene il forziere, occorre escogitare i metodi per scassinarlo. La raccolta dei noduli si avvale delle tecniche più inopinate, molte delle quali sono ancora in via di sperimentazione. Alcuni pensano di impiegare una specie di gigantesco aspirapolvere montato su una slitta e collegato alla nave-appoggio. La slitta scivola sui fondali e il tubo aspirante di oltre cinquemila metri di lunghezza fa incetta di noduli al ritmo di 250 tonnellate all'ora, «sputandoli» poi

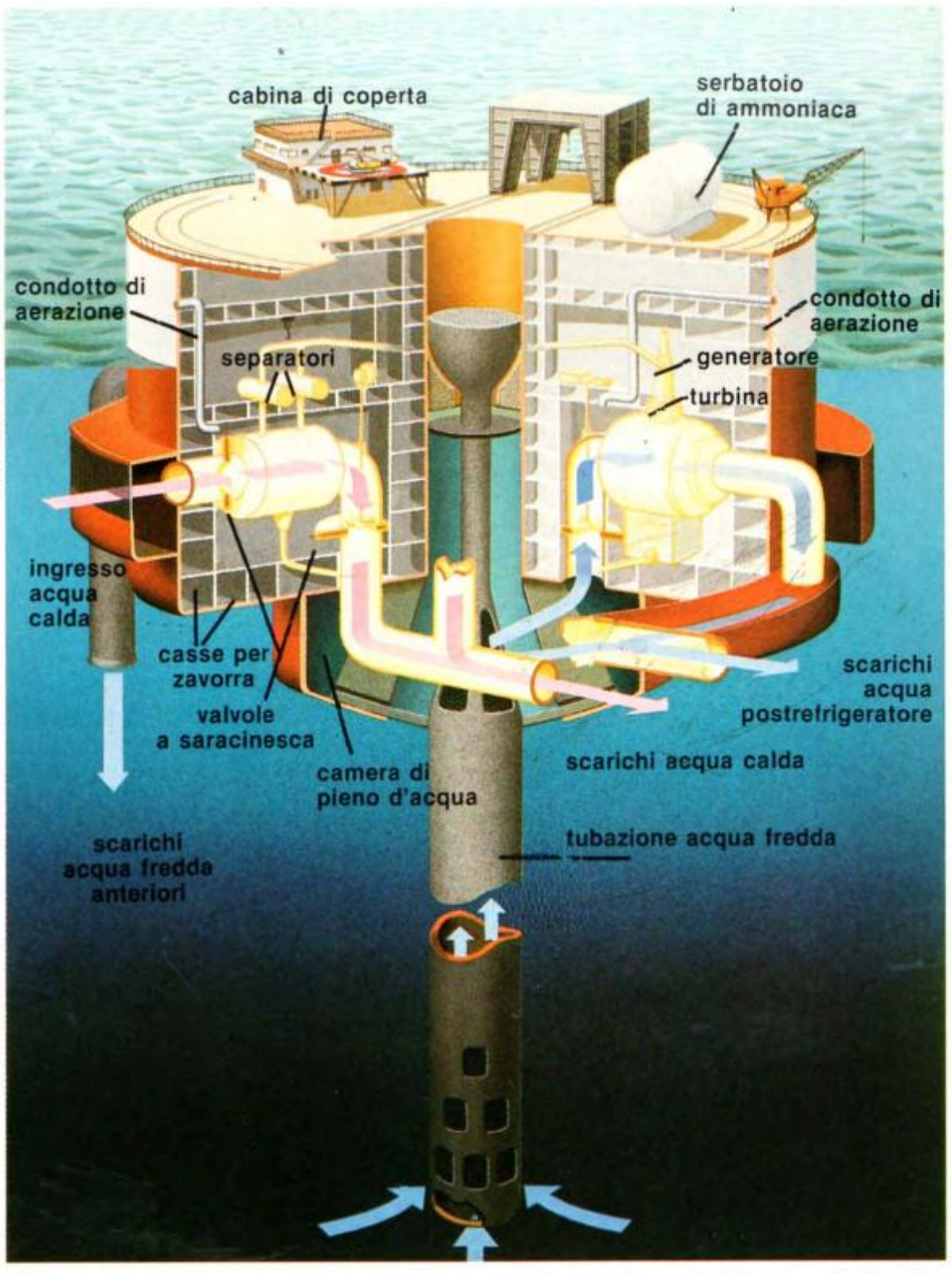


Illustrazione di Flavio Bassani/Gruppo Editoriale Fabbri

Una centrale Otec (conversione di energia termica degli oceani) da dieci Mw progettata dalla Twr: sfrutta con ciclo inverso a quello dei frigoriferi, la diversa temperatura tra le acque superficiali e quelle profonde.

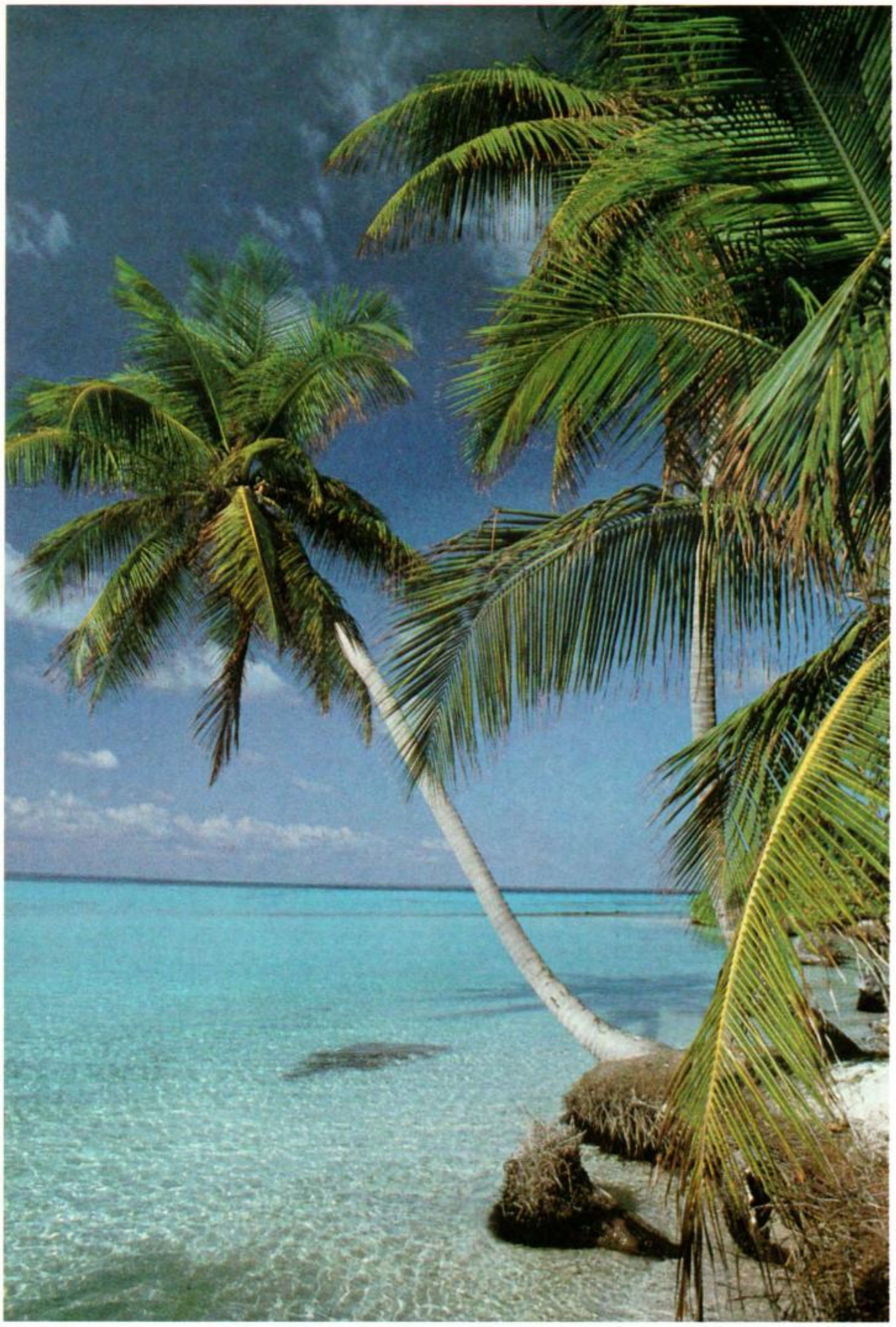


Foto Rizzato/Overseas

Le acque dei caldi mari tropicali ed equatoriali sono le più adatte all'installazione delle centrali Otec che producono energia sfruttando la diversa temperatura tra le acque di superficie e quelle profonde. Una di queste centrali sta per essere costruita a Bali, in Indonesia.

in superficie sulla nave. Oppure si potrà usare una specie di nastro continuo provvisto di grossi cucchiai, che scorre tra la nave e il fondo. I cucchiai raccolgono i noduli e li riportano su, poi si svuotano e ritornano in mare. Infine, c'è un sistema derivato dalla pesca a strascico, che fa uso di grandi reti metalliche; ma tale metodo, come nel caso della pesca, è attualmente molto avversato in quanto può provocare danni irreparabili all'ambiente dei fondali marini.

All'estrazione dei noduli è interessata anche l'Italia, che attraverso l'Eni ha acquistato una partecipazione nella Ocean Mining Associates, ricevendo un piccolo, per così dire, appezzamento da sfruttare. L'appezzamento, di sessantamila chilometri quadrati (come un quinto dell'Italia), si trova in pieno Pacifico, a duemila chilometri dalle coste della California. Gli esperti dell'Eni hanno calcolato che se tutto andrà come è nelle previsioni, entro la fine degli anni Ottanta il nostro paese potrà succhiare dal mare il novanta per cento del cobalto, il quaranta per cento del manganese e il ventisette per cento del nichel di cui abbisognano le nostre industrie.

Ma anche le acque del Tirreno qualcosa nascondono, di meno pregiato rispetto ai noduli polimetallici, ma senza ombra di dubbio più a portata di mano.

Come è stato rivelato da ricerche compiute nell'ambito del progetto finalizzato del CNR «Oceanografia e fondi marini», nei fondali circostanti l'isola d'Elba ci sono strati sabbiosi (detti «placers») che contengono minerali di ferro con tenori dal venti al trenta per cento; lungo la piattaforma meridionale della Sardegna, poi, sono state individuate sabbie ricche di minerali di stagno, di titanio, di zirconio, di cobalto.

Infine, nelle acque dell'arcipelago delle Eolie abbondano microsferule (delle dimensioni di chicchi di riso) composte prevalentemente da ferro e manganese. Non si tratta dei noduli già citati, la cui origine è sedimentaria, ma di aggregati originati dalle vene magmatiche presenti nel sottosuolo marino. I metalli fuoriescono allo stato liquido e raffreddandosi a contatto con l'acqua solidificano depositandosi sul fondo. Ancora, però, non sono stati avviati progetti per eseguire queste inconsuete vendemmie sui fondali italiani.

E che dire, poi, delle risorse, molte delle quali ancora sconosciute, che potrebbero invece offrirci gli abitanti delle regioni marine? Considerate solo come provviste di cibo, la fauna e la flora acquatica si rivelano, giorno dopo giorno, capaci di essere utili all'uomo in innumerevoli campi: dalla medicina alla farmaceutica, dalla chimica all'energetica.

A partire dalle alghe: alcune di esse, come le alghe rosse, sono già utilizzate nell'industria perché producono agar e acido alginico, che servono rispettivamente come conservante per carni in scatola e come addensante per gelati e farmaci. Ma altre specie sanno fare di meglio; produrre sostanze biochimiche di fondamentale importanza nella preparazione di antibiotici (come l'alosferina, estratta dall'alga *Macrocystis pyrifera*) di ormoni, di steroni.

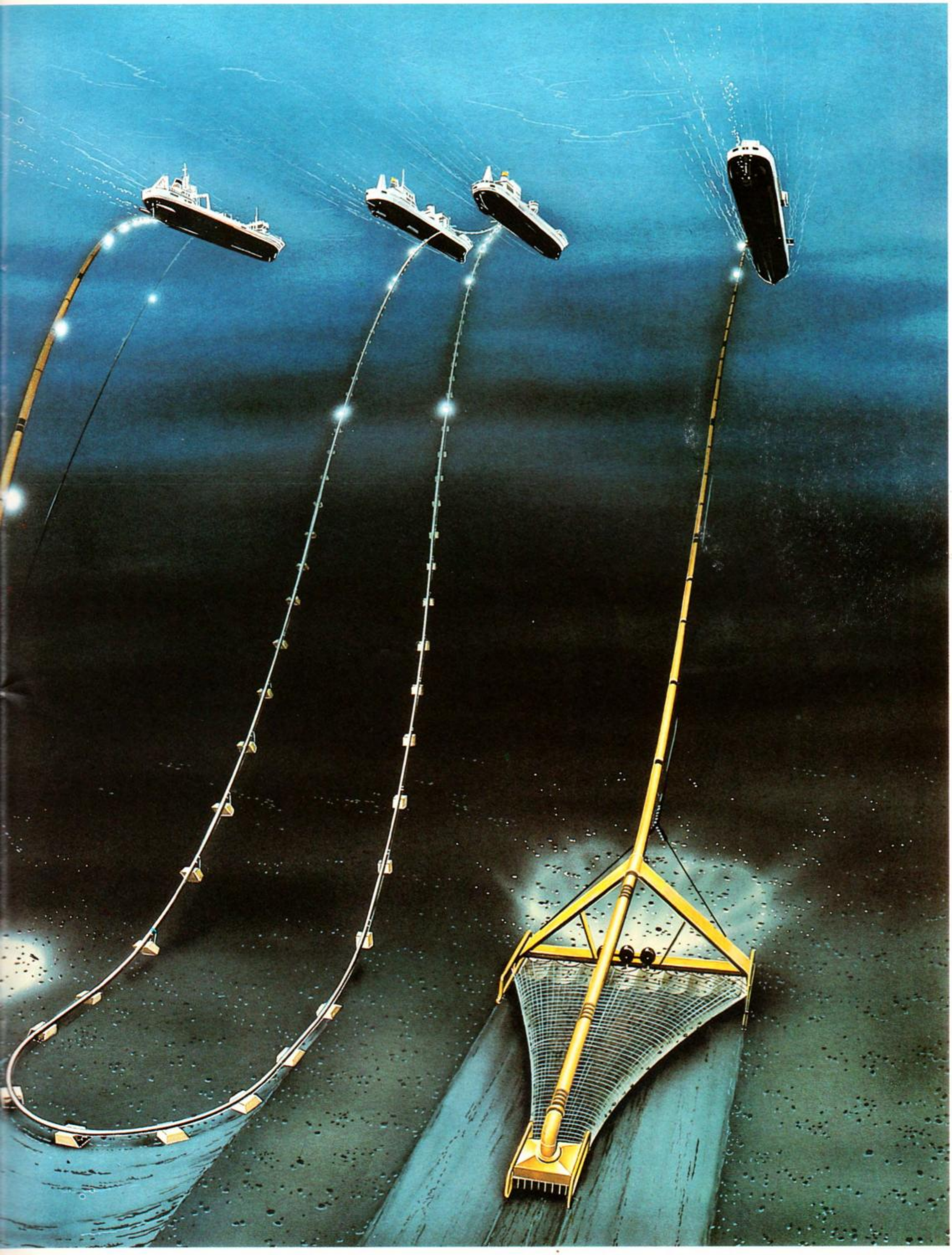
C'è poi un verme marino, lungo una novantina di centimetri, la *Bonellia viridis*, sotto esame da parte di alcuni ricercatori italiani ch ritengono di aver trovato in esso una sostanza, detta bonellina, utilizzata dal verme per la propria difesa dai predatori, che potrebbe diventare un eccezionale antibiotico «universale» per l'uomo, capace di inibire la riproduzione cellulare — sembra — perfino nelle cellule tumorali.

Lo studio dei meccanismi immunitari dell'uomo potrà inoltre essere avvantaggiato da una sorta di «modulo sperimentale vivente» rappresentato da una stella di mare, l'*Asterina gibbosa*. Il suo sistema endocrino è elementare ma proprio per questo si presta ottimamente per comprendere quale sia il meccanismo di generazione delle immunoglobuline.

Molti studiosi, comunque, convengono che saranno le alghe a offrirci le maggiori sorprese in futuro. Ce ne sono molte, per esempio, già usate per l'alimentazione in alcune parti del mondo (Giappone, America del Sud) contenenti un derivato dell'acido alginico che, se ingerito, consente al corpo umano di espellere lo stronzio-90, cioé l'isotopo radioattivo che l'uomo assor-

birebbe in maggiore quantità in seguito a un «fall-out» nucleare. Una microalga, la *Scenedesmus*, potrebbe poi risolvere buona parte del problema alimentare in molti paesi: contiene infatti proteine per il 50 per cento del suo peso e si riproduce a ritmi vertiginosi. In Perù, difatti, è in corso un esperimento di coltivazione artificiale.
Altri esponenti della flora marina verranno probabilmente impiegati (da *vivi*) negli impianti industriali di depurazione, poiché riescono a trattenere non solo i residui organici delle acque di scarico, ma anche i sali inorganici, che i tradizionali depuratori non sono in grado di filtrare; altri ancora, come la *Posidonia*, un elegante ciuffo di foglie nastriformi di circa 50 centimetri di lunghezza, dovrebbero essere utilizzati per «fabbricare» (gratis) l'ossigeno: un metro quadrato di queste piante — che peraltro rischiano la distruzione poiché molti le adoperano per imbottire i cuscini — libera in un anno la quantità di ossigeno necessaria a un uomo adulto per lo stesso periodo di tempo.
Molti guardano al mare anche come a una vera e propria fonte energetica, anche se pochi finora sono stati i progetti realmente funzionanti in economicità basati sui quasi inafferrabili trasferimenti di energia di questo fluido sempre in movimento. Una delle realizzazioni più promettenti sta per essere realizzata a Bali, in Indonesia. Si tratta di una centrale che sfrutta il salto di temperatura esistente tra gli strati superficiali e quelli profondi delle acque tropicali, dove in soli 350 metri si verificano variazioni termiche dell'ordine dei 20°C.
Battezzata Otec (Ocean Thermal Energy Conversion) e realizzata da un gruppo di ingegneri olandesi, la centrale erogherà 100 KW al netto dell'energia assorbita dal suo funzionamento: è basata su un particolare ciclo termodinamico (il ciclo di Rankine) che sfrutta le continue evaporazioni e condensazioni di un fluido come ammoniaca, freon-22 o propano. La fase liquida e la fase gassosa del fluido vengono ottenute mettendolo alternativamente a contatto, tramite scambiatori di calore, ora con l'acqua superficiale ora con quella più fredda proveniente dalle profondità marine e la differenza di pressione esistente tra le due fasi serve a muovere le palè di una turbina collegata ad un generatore.
Il sistema di pompaggio di una centrale del genere — l'unica voce passiva dell'impianto — si presta però anche ad altre utilizzazioni, come l'estrazione di uranio dal mare. Ne sanno qualcosa i giapponesi, che a Nio Town, nell'isola di Shikoku, hanno costruito una centrale di pompaggio per ottenere il prezioso combustibile fissile dalle acque dell'oceano.
Si calcola che in ogni metro cubo di acqua di mare siano contenuti oltre tre milligrammi di uranio (cosa che porta ad averne quattro miliardi di tonnellate in tutte le distese marine del globo); i Giapponesi prevedono così di ottenere dieci chili all'anno facendo passare milioni e milioni di litri d'acqua attraverso particolari assorbitori formati da granuli di ossidio di titanio idrato, che bloccano l'uranio disciolto come farfalle in un reticella.
In futuro si cercherà anche di estrarre dal mare un altro combustibile nucleare, il deuterio, l'isotopo «pesante» dell'idrogeno impiegato nei reattori a fusione (ancora allo stadio sperimentale). Il deuterio è presente nell'acqua in ragione di un atomo ogni tremila di idrogeno; pertanto, il mare garantirebbe il funzionamento dei reattori a fusione per altri due miliardi e mezzo di anni. Esattamente la metà del tempo che impiegherà in nostro Sole a spegnersi.
Il mare possiede, però, altre forme di energia, strettamente connesse con i movimenti dei suoi strati superficiali, come onde, correnti e maree.
Dal loro sfruttamento, purtroppo, l'Italia è esclusa, poiché il Mediterraneo è un mare troppo calmo — uno stagno, in confronto agli oceani — affinché possa produrre l'energia necessaria a rendere economici impianti del genere.
Ma altrove si è già realizzato qualcosa. In Francia, per esempio, sull'estuario del fiume Rance, dove si è sperimentata una centrale idroelettrica azionata dalle maree, o nell'onnipresente Giappone, dove è in via di realizzazione un sistema per sfruttare il moto ondoso attraverso una serie di zattere che, sollevandosi e abbassandosi in accordo alle onde, mettono in movimento alcuni manovellismi collegati a un generatore elettrico. O negli Stati Uniti, dove la Corrente del Golfo dovrebbe far girare le pale di una turbina di 11 metri di diametro posta sul fondo dell'oceano e collegata direttamente a un alternatore. Dalle acque della Florida spunteranno così, nuovi serpenti di mare, i cavi elettrici che alimenteranno la rete della terraferma.
In Israele, invece, si sta tentando un progetto per ottenere energia elettrica dalle differenze di salinità esistenti tra le acque del fiume Giordano e quelle del Mar Morto che, com'è noto, è la distesa d'acqua più salata del mondo: la sua percentuale di salinità è di ben nove volte superiore a quella degli oceani e la sua acqua contiene il 24 per cento di materia solida; per lo più cloruro di sodio.
Questa centrale dovrebbe sfruttare il principio dell'elettrodialisi inversa, grazie a membrane a scambio ionico che separano le cariche di segno opposto dalla soluzione salina creando una differenza di potenziale tra due elettrodi. Più che una centrale elettrica vera e propria, questo impianto potrà quindi assomigliare a un gigantesco accumulatore.

In questa tavola di Mario Russo sono illustrati i metodi con i quali si pensa di strappare al fondo del mare i suoi tesori minerali. Alcuni progettano di impiegare un gigantesco «aspirapolvere» montato su una slitta che scivola sul fondo; altri vorrebbero usare un nastro continuo provvisto di grossi cucchiai; altri ancora, infine, grandi reti metalliche «a strascico».



NASCERÀ IN CORSICA LA NUOVA ATLANTIDE

Vivranno a venti metri di profondità tra pareti di cristallo, semineranno alghe e alleveranno pesci. Saranno francesi i primi «contadini del mare».

di ADRIANO BOTTA

L'agente immobiliare calza le pinne e propone ai futuri acquirenti un giro intorno all'unità abitativa, saldamente ancorata a cento metri di profondità sul fondale del Mediterraneo. «È una delle ultime che ci siano rimaste», spiega, «le altre sono state accaparrate dai dipendenti di quella fabbrica che si vede laggiù». In lontananza, difatti, illuminato da grossi fari, sorge un impianto per l'estrazione di idrocarburi, dove vivono una decina di uomini e altrettanti robot; più in là c'è una «miniera» subacquea adibita all'estrazione di elementi pregiati dalle sabbie metallifere. L'agente, che respira senza bisogno di bombole di ossigeno, grazie a un dispositivo detto «branchia artificiale» o «emospugna» che estrae l'ossigeno dall'acqua più o meno come avviene nel sistema respiratorio dei pesci, comunica con i suoi clienti attraverso onde sonore opportunamente amplificate da un dispositivo collocato nel suo leggerissimo scafandro. «Vi consiglio di decidere», aggiunge, «poiché tra poco inizierà la costruzione di una centrale nucleare e i prezzi saliranno alle stelle». Questo scenario, naturalmente di fantasia, è stato tracciato prendendo spunto da realizzazioni o da proposte già formulate nel mondo scientifico internazionale che riguardano l'eventuale, prossima colonizzazione dell'ambiente marino da parte dell'uomo. Uno scenario ottimista, naturalmente, che contrasta con quelli, molto più cauti, che contemporaneamente vengono avanzati da coloro che ritengono necessario salvaguardare per prima cosa un mondo già abbondantemente compromesso.

Questo disegno di Mario Russo illustra il progetto di sfruttamento di un atollo, che dovrebbe essere trasformato in una specie di gigantesca vasca per l'allevamento di pesci e crostacei.

Intanto, c'è chi pensa a dare vita a una futura «generazione acquatica», formata da individui che fin da piccoli siano vissuti in intimo contatto con l'ambiente marino. È l'ambizioso progetto messo in atto dal CAM (Centro di Architettura Marina) di Parigi, che sta realizzando nelle acque della Corsica una piccola città sommersa (ma a non più di una ventina di metri di profondità) destinata ad accogliere giovani che intendano familiarizzarsi con un ambiente tanto inospitale. Le case di questa città sommersa hanno le pareti trasparenti ed essendo collegate direttamente con la superficie attraverso tubazioni, consentono di ospitare una ventina di persone anche per mesi. Le pareti di vetro servono per un primo acclimatamento; poi, si passa a immersioni vere e proprie di durata sempre maggiore e a esercitazioni pratiche che prevedono la semina di alghe, l'ispezione dei fondali, l'allevamento di specie ittiche in gabbie marine. Insomma, una vera e propria fattoria acquatica che dovrebbe sfornare i futuri contadini del mare.

Gli americani, invece, vanno più sul pesante. Consapevoli che le principali risorse del mare giacciono a profondità elevate, stanno cercando di addestrare un gruppo di volontari a sopravvivere a oltre cento metri di profondità entro batiscafi che dovrebbero rappresentare il nucleo dal quale sviluppare i futuri «sealab», laboratori marini. I primi risultati, tuttavia, non sono stati incoraggianti. I cinque ricercatori che si sono prestati all'esperimento, dopo soli due giorni di permanenza, hanno mostrato sintomi di regressione psichica e sviluppato una serie di fobie «riconducibili», come ha detto uno psicologo, «a una sorta di ritorno allo stadio fetale». Uno di essi, addirittura, non ha mostrato alcuna reazione alla notizia di essere diventato padre.

Ciò nonostante, i progetti per la realizzazione di industrie sommerse vanno avanti, anche se si pensa di farle «abitare» prevalentemente da robot, lasciando agli uomini il ruolo di «pendolari» tra il fondo e la superficie. Un'idea del genere è stata

Michelangelo Miani ha immaginato come potrebbe apparire in un futuro non molto lontano una città sottomarina. Al centro, vediamo il nucleo abitativo; sullo sfondo, appare un impianto industriale; in primo piano, un sottomarino per la coltivazione del fondo.

FUTURA

LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

FEBBRAIO 1984 L.4000

IN REGALO L'ENCICLOPEDIA ASTRONAUTICA

È PRONTA LA MACCHINA PER FABBRICARE LA VITA

ARRIVANO I SOMMERGIBILI KILLER

ALBERTO PERUZZO EDITORE

FUTURA
LA RIVISTA DI SCIENZA E FANTASCIENZA

DIRETTORE RESPONSABILE: GIAN FRANCO VENÈ

ANNO II - N. 6 - FEBBRAIO 1984 - L. 4000

GRANDI SERVIZI

Le navi interstellari
di *Lorenzo Pinna*
I progetti delle astronavi atomiche e a vela che viaggeranno alla velocità della luce **12**

Energia: il progetto RFX
di *Nadia Gelmi*
All'università di Padova si sta realizzando una nuova macchina per la fusione nucleare **20**

Il pianeta bolla di sapone
di *Laura Serra*
Le straordinarie immagini dello scontro tra una bolla di sapone e una goccia d'alcool **32**

I sommergibili killer
di *Maurizio Bianchi*
I sottomarini nucleari che combattono gli «squali» antimissili **36**

La macchina che fabbrica la vita
di *Angelo Gavezzotti*
È ormai disponibile un sintetizzatore di DNA; è il primo passo per «costruire» in laboratorio un essere vivente **52**

INTERVISTA

Margherita Hack
di *Nadia Gelmi*
La più nota astrofisica italiana spiega come nell'universo possono esistere altre forme di vita **26**

FUTURA FLASH

L'universo è tutto di ferro
di *Maurizio Rabolini* **43**
Il teatro dei robot / Quanto vive un protone? / Guerra alle meduse / Sfida ciclistica nella galleria del vento / Analisi atomica delle superfici / Velotype per superdattilografe / Il sogno del poltrone / Filobus senza filo / Farmaci elettrici / La «motobici» a energia solare / Iras scopre il decimo pianeta / La spedizione della Jean-Charcot / Il computer insegna a rianimare / Per parlare alla banca / Salmone al chip **44-50**

L'illustrazione della copertina di questo numero di FUTURA è opera di Michelangelo Miani.

La nota astrofisica Margherita Hack. Intervista a pag. 26.

La macchina per la fusione nucleare di Padova. Serv. a pag. 20.

Un progetto delle avveniristiche astronavi che viaggeranno tra le stelle nei prossimi anni. Servizio a pag. 12.

FANTASCIENZA E ARTE FANTASTICA

Incidente nel deserto di Mercurio
Racconto di *Inisero Cremaschi* **58**

SF News
di *Laura Serra* **64**

SF Explorer
di *Marco Legni* **65**

Un uomo di 279 anni
Dipinti di *Mario Rossello* **68**

GIOCHI ELETTRONICI

a cura di *Aldo Grasso*

Novità
Proposte dalle marche leader **74**

Notizie
Intervista con David Crane **78**
Videogames made in Italy **79**
Videogame è maschio **80**
I giochi da tavolo **81**

ATTUALITÀ E RUBRICHE

Prima parola
di *Gian Franco Venè*
La «nostra» città spaziale **4**

Lettere **6**

Stelle
di *Laura Serra*
La verità sul big bang **8**

Terra
di *Adriano Botta*
L'oceano digerisce tutto **9**

Corpo
di *Cristiano Ravarino*
Il computer stravince **10**

Esplorazioni
di *Maurizio Rabolini*
Per un atterraggio sicuro **11**

Cinema
di *Claudio Lazzaro*
«Invasori» stile anni '50 **82**

Libri
di *C. de Michelis* e *G. F. Venè*
SF con un po' di humor **84**

Primopiano
Fotografia di *Vittorio Giannella* **88**

Ultima parola
di *Raffaello Uboldi*
La sfida europea **90**

SCIENZA FUTURA - **Peruzzo Periodici** del **GRUPPO ALBERTO PERUZZO**, 20154 Milano, Via T. Speri 8, tel. (02) 6596101. Telex APER I 314041. Diritti riservati. Copyright 1983 **Peruzzo Periodici.** Registrazione del Tribunale di Milano n. 224 del 14 maggio 1983. Printed in Italy. *Stampa*: EUROGRAPH spa, Via Oroboni 38 - Milano. *Composizione*: La nuova fotocomposizione srl, 20124 Milano, V. Monte Grappa 6. *Spedizione*: Abb. Postale Gruppo III/70. *Distribuzione in Italia*: A&G Marco sas, 20126 Milano, via Fortezza 27, tel. (02) 2526. *Distribuzione all'estero*: Messaggerie internazionali, 20153 Milano, via M. Gonzaga 4, tel. (02) 872971/2. *Arretrati*: i numeri arretrati vanno richiesti a: **Peruzzo Periodici** - *ufficio arretrati,* 20154 Milano, via Tito Speri 8, inviando anticipatamente l'importo, che corrisponde al doppio del prezzo di copertina, a mezzo assegno o a mezzo c/c post. n. 189209. *Abbonamenti*: **Peruzzo Periodici** - *ufficio abbonamenti,* 20154 Milano, via Tito Speri 8. Abbonamento annuo L. 48.000.

ECCO LE NAVI INTERSTELLARI A VELA E A IDROGENO

L'esplorazione del sistema solare sarà compiuta entro il prossimo ventennio. Comincerà allora l'avventura del grande balzo verso le stelle con le astronavi delle quali vi presentiamo i disegni e i progetti. Viaggeranno alla velocità della luce.

di LORENZO PINNA

La sonda americana Pioneer 10, esauriti i compiti programmati (incontro con Giove e Saturno), ha proseguito il suo viaggio, ha oltrepassato da più di un anno i confini noti del sistema solare avventurandosi nelle profondità degli spazi interstellari. La sua velocità è di circa 60.000 chilometri orari, 16 chilometri al secondo. Il Pioneer 10 è il veicolo più veloce costruito dall'uomo. Eppure se dovesse raggiungere la stella più vicina, Proxima Centauri, impiegherebbe ben più di 50.000 anni.

Il viaggio del Pioneer verso l'ignoto può darci un'idea delle difficoltà che si presenteranno quando in futuro l'uomo tenterà di compiere il grande salto dal sistema solare agli astri più vicini, cominciando così l'esplorazione della Via Lattea. Questa nuova esplorazione spaziale è più vicina di quanto si creda. Dopo l'esplorazione del sistema solare che si concluderà intorno al 2000, la tappa successiva dovrebbe essere il balzo verso le stelle. Bisogna tuttavia dire che questo balzo sarà particolarmente difficile. Le distanze stellari sono gigantesche e anche se l'uomo dovesse raggiungere la velocità della luce, le stelle alla portata di un viaggio di andata e ritorno in limiti di tempo ragionevoli (entro la durata di una vita umana) sono meno di dieci.

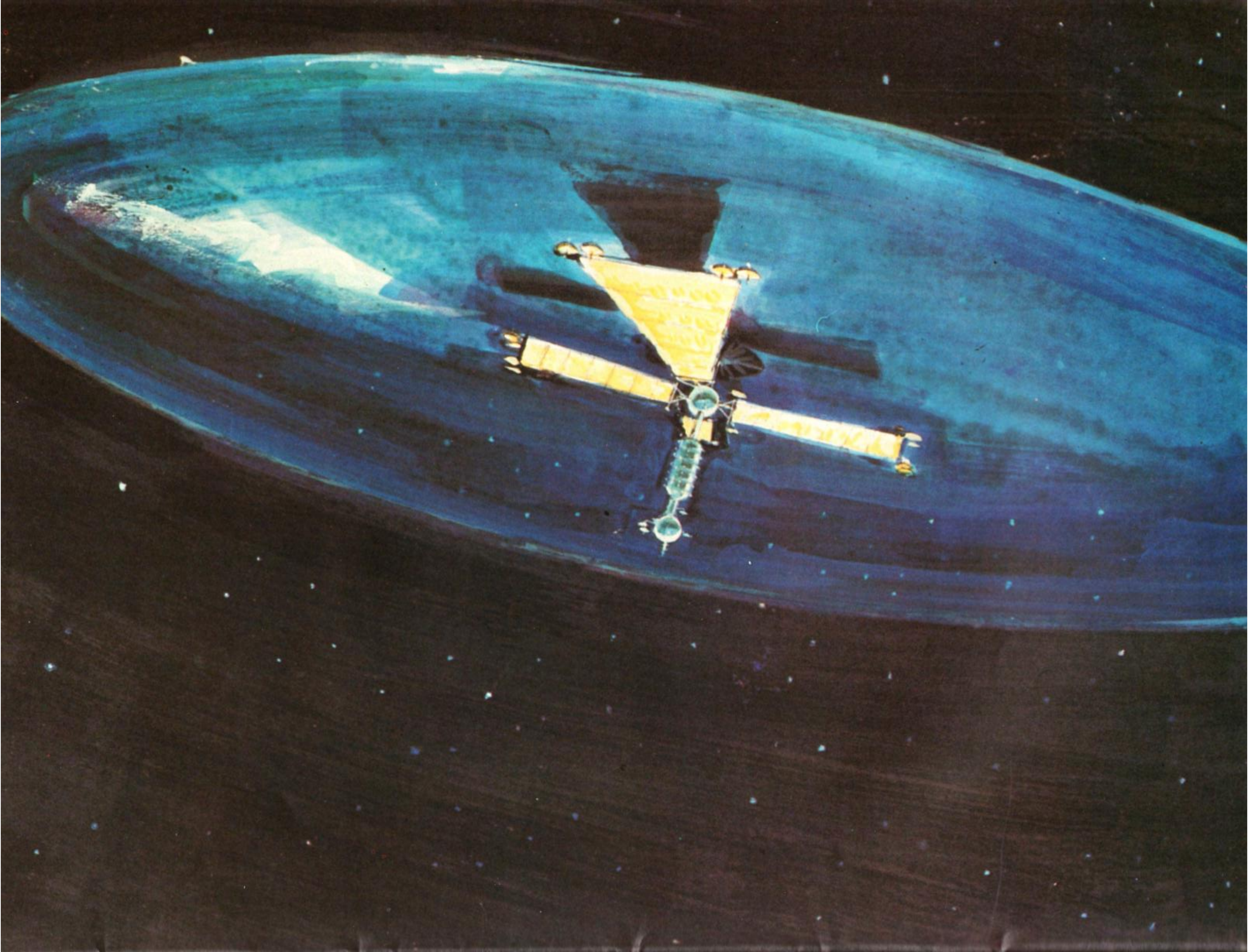
Per superare comunque anche gli spazi che ci separano dalle stelle più vicine l'unico modo rimane quello di raggiungere velocità più vicino possibile a quella della luce. Ma per accelerare un'astronave a simili velocità occorrono motori efficientissimi, assai più efficienti di quelli che attualmente mettono in orbita lo Shuttle e tutti i satelliti. Per raggiungere velocità ragionevoli con i motori attualmente usati occorrerebbero miliardi di miliardi di tonnellate di carburante, e la necessità di mettere in orbita tanto materiale farebbe fallire qualsiasi progetto.

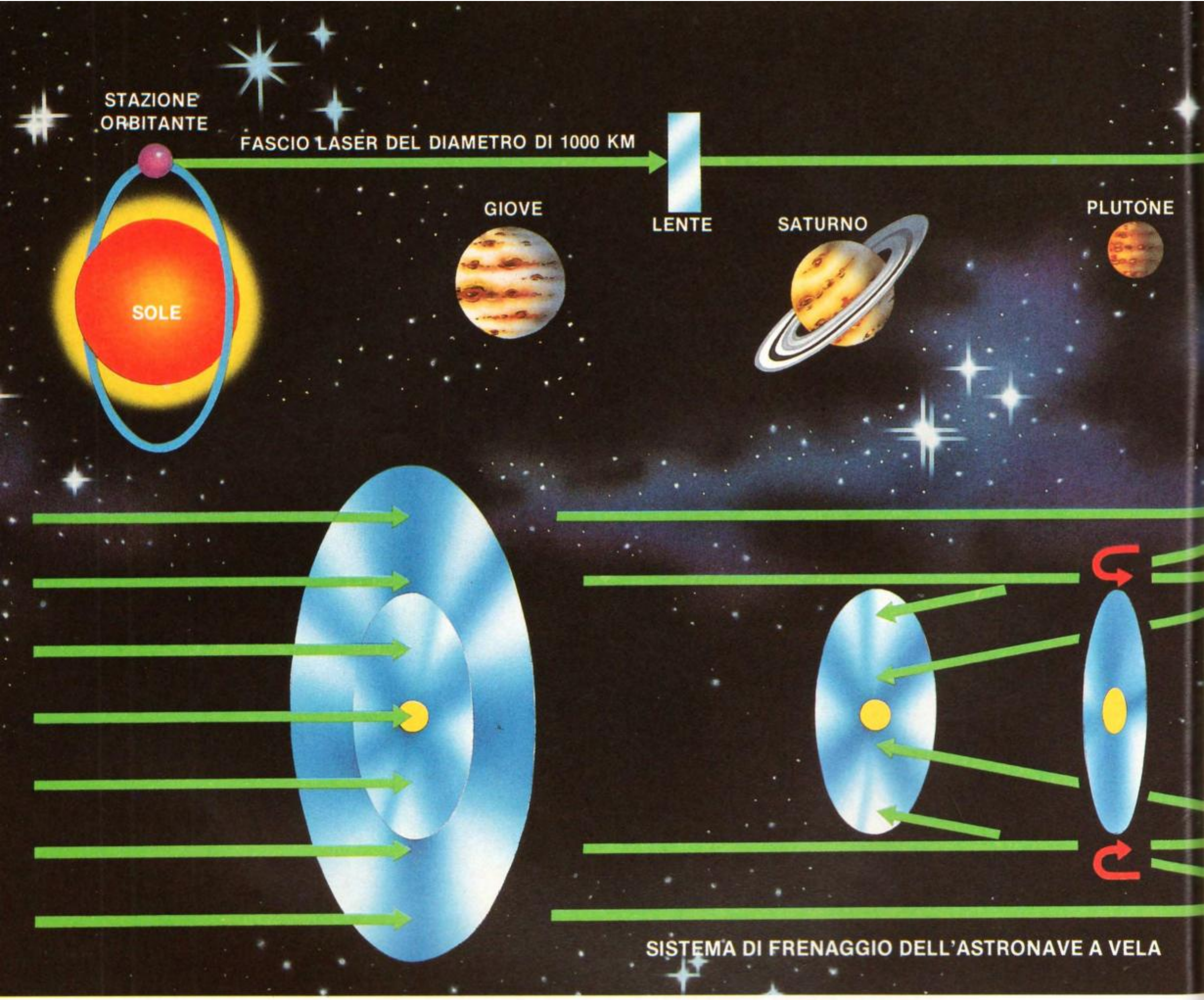
La fantasia di ingegneri e progettisti non si è fatta tuttavia scoraggiare e numerose idee sono state proposte per risolvere le enormi difficoltà di un viaggio stellare. Il primo progetto di un'astronave vera e propria fu sviluppato negli anni cinquanta da Dyson e Taylor. La spinta per l'astronave Orione doveva essere fornita dall'esplosione di bombe atomiche, ognuna potente come quella che distrusse Hiroshima. Circa 300.000 bombe sarebbero state necessarie per accelerare Orione a circa il tre per cento della velocità della luce. Ma il viaggio di andata e ritorno su Proxima Centauri sarebbe durato 130 anni. In più sarebbe stato impossibile tornare indietro perché le 300.000 bombe erano il carburante per la sola accelerazione, non per la frenata.

Un secondo progetto della Interplanetary Society, chiamato Dedalo doveva invece la sua straordinaria accelerazione a una

L'astronave progettata da Robert Forward: non ha motori ed è dotata di una gigantesca vela sospinta da un raggio laser. Nell'illustrazione di Seichi Kiyohara pubblicata nelle pagine precedenti, l'astronave a propulsione atomica Orione progettata da Dyson e Taylor: è spinta da 300.000 atomiche potenti come quella di Hiroshima.

Seichi Kiyohara





SISTEMA DI FRENAGGIO DELL'ASTRONAVE A VELA

serie di micro esplosioni termo-nucleari, innescate da un laser o da un raggio di elettroni. Duecentocinquanta esplosioni al secondo per i primi mesi di volo avrebbero portato l'astronave Dedalo a circa il venti per cento della velocità della luce, facendola arrivare sulla stella di Barnard (6 anni luce dalla Terra) in circa 50 anni. La missione, per la sua durata, era stata progettata senza equipaggio umano ed era pilotata da un computer intelligente capace di prendere decisioni e quindi di dirigere l'esplorazione di eventuali pianeti scoperti intorno a quella stella. Infatti gli ordini trasmessi dalla Terra sarebbero arrivati all'astronave nelle vicinanze della stella di Barnard solo dopo sei anni.

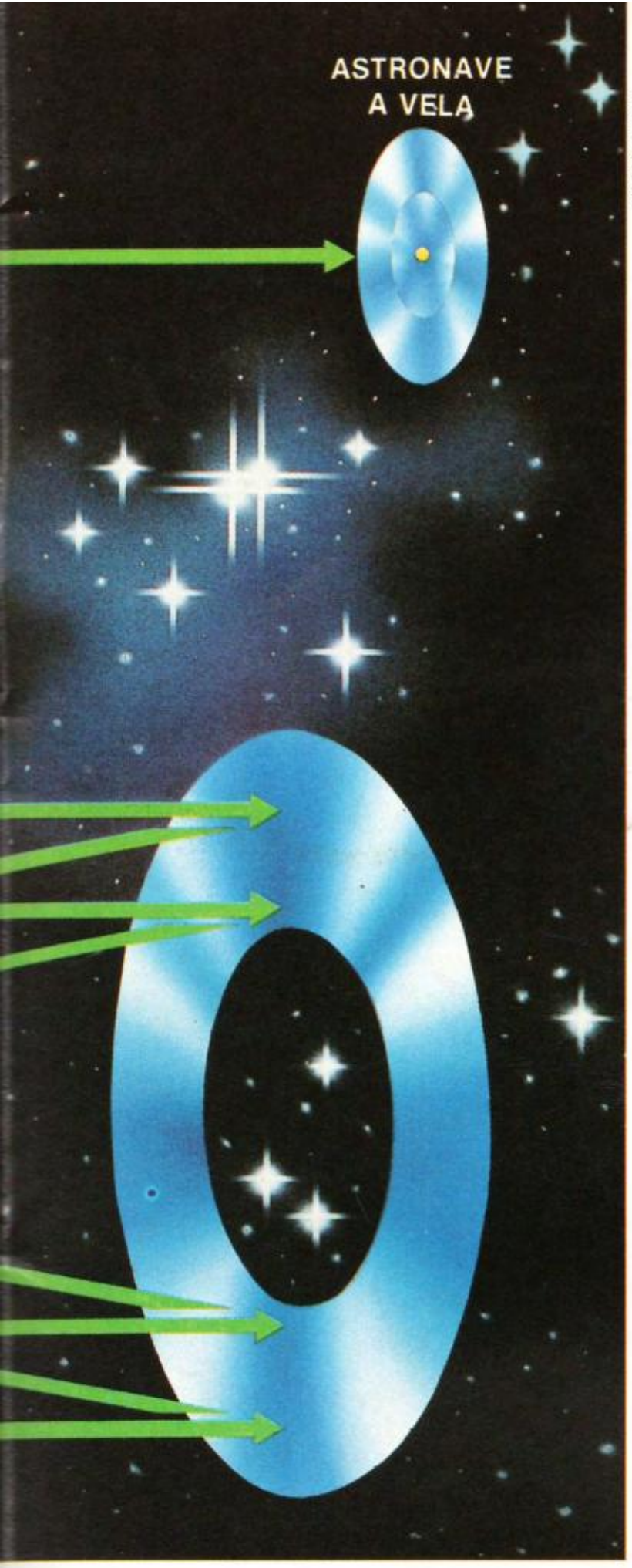
C'erano poi altri progetti tra cui quello di Enzmann che prevedeva di raggiungere il nove per cento della velocità della luce utilizzando un motore a fusione nucleare. Per accelerare l'astronave Enzmann avrebbe utilizzato 3 milioni di tonnellate di deuterio, un isotopo (un parente stretto) dell'idrogeno.

Tutte queste idee si scontrano con la necessità di dover mettere in orbita quantità enormi di carburante: 300.000 bombe atomiche per Orione, milioni e milioni di tonnellate per Dedalo e l'astronave Enzmann.

Per risolvere questo problema un fisico statunitense Robert Brussard ha proposto un'astronave, l'Interstellar Ram Jet, che non ha bisogno di portarsi dietro il combustibile perché lo raccoglie durante il viaggio. Il veicolo di Brussard, una torre alta quasi due chilometri, è infatti capace (in teoria) di raccogliere l'idrogeno sparso nell'Universo e di utilizzarlo per il suo motore a fusione nucleare. Per attirare gli ioni di idrogeno vaganti nel cosmo, il Ram Jet usa dei potentissimi campi magnetici che fanno finire quelle particelle in una specie di gigantesco imbuto che le concentra verso il motore a fusione. Per potersi accendere il Ram Jet ha però bisogno di viaggiare a circa l'uno per cento della velocità della luce. È quindi chiaro che in una prima fase dovrà essere accelerato con mezzi convenzionali.

Sia l'astronave Enzmann sia il Ram Jet usano la fusione nucleare, quindi in un certo senso si fidano di una tecnologia non ancora messa a punto. Infatti la fusione controllata non è stata realizzata anche se in numerosi laboratori, da Princeton a Frascati, sono stati ottenuti risultati molto incoraggianti e si pensa che il primo reattore a fusione controllata potrà essere pronto dopo il 2000 (vedi articolo a pag. 20).

Altre astronavi risolvono ancora più brillantemente il problema della propulsione affidandosi però a tecnologie tutte da scoprire. È il caso della nave spaziale spinta da un motore che sfrutta la reazione materia-antimateria. Questa reazione è talmente efficiente che il 90 per cento della massa coinvolta viene trasformato in energia. Per fare un paragone basti pensare che solo il dieci per cento della massa si trasforma in energia nella fusione e solo l'uno per cento nella fissione nucleare. Ma l'antimateria non esiste allo stato naturale e viene prodotta artificialmente solo nei grandi acceleratori come quello del Cern a Ginevra o del Fermilab a Chicago. Infatti l'antimateria non appena incontra la materia si anni-



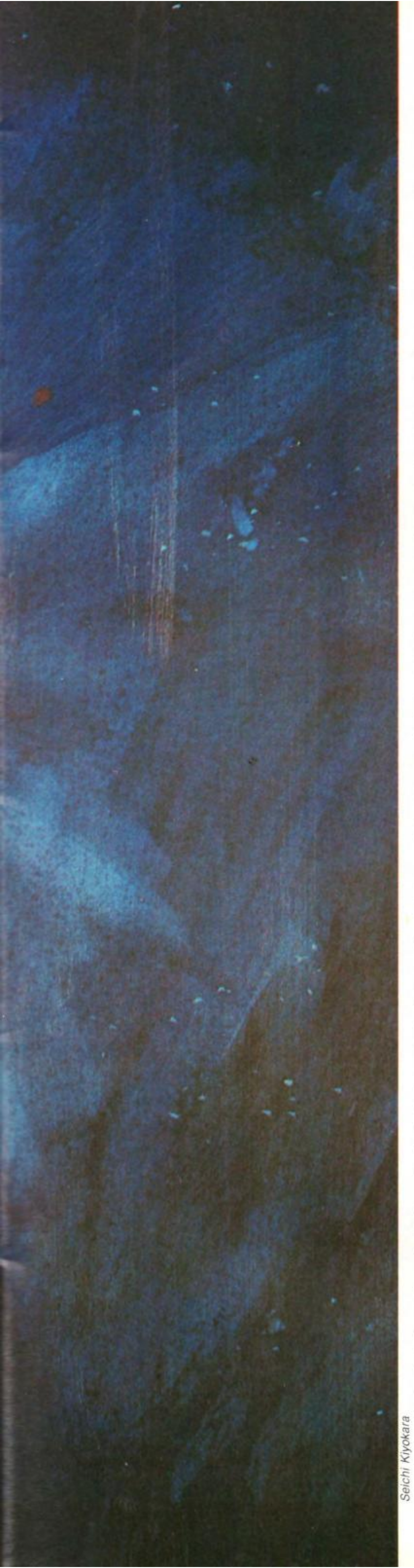
Mario Cucchi

Seichi Kiyokara

Qui sopra, lo schema di funzionamento del «motore» laser dell'astronave a vela e (sotto) il suo sistema di frenaggio, entrambi descritti nel testo a pagina 19. Qui a fianco, Robert Forward con il modello della sua astronave. A destra in alto, strumenti in dotazione dell'astronave a vela per l'esplorazione di un sistema planetario: la sfera luminosa è un sistema di fili sui quali sono alloggiati microprocessori e altri sensori elettronici, i dischi blu sono impulsi laser inviati verso il pianeta il cui eco permette lo studio del corpo celeste.

chilisce trasformandosi in raggi X, neutrini e raggi Gamma. Al Cern e al Fermilab l'antimateria viene conservata, isolandola dalla materia, con dei potentissimi campi magnetici. In pratica viene fatta girare in ciambelle cave dove è stato fatto il vuoto stando bene attenti a che il tenue gas di antimateria non tocchi le pareti.

Le poche particelle di antimateria prodotte nei grandi acceleratori sono state conservate al massimo per qualche giorno. Ma per i lunghi viaggi spaziali non occorreranno poche particelle, bensì grandi blocchi di antimateria conservabili a lungo.



Una volta risolti questi problemi un'astronave ad antimateria potrà raggiungere, con a bordo quantità relativamente basse di carburante, anche un terzo della velocità della luce (circa 100.000 chilometri al secondo) riducendo il viaggio di andata verso Proxima Centauri a un limite possibile: 13 anni.

Anche senza dover contare su incerte tecnologie future altri progetti, sfruttando e potenziando tecniche attuali, prevedono di raggiungere il 20-30 per cento della velocità della luce. Il più geniale di questi progetti è del fisico Robert Forward. La sua astronave (vedi illustrazione a pag. 15 e schema a pag. 16) non ha motori ed è soltanto una gigantesca vela sospinta da un raggio laser. Vediamo come funziona. Una o più stazioni orbitanti vicino al sole trasformerebbero l'energia della nostra stella in un raggio laser potentissimo (pari a 40 Terawatts: tutta l'energia consumata in un anno sulla Terra verrebbe bruciata dal raggio di Forward in un solo secondo) lanciato verso gli spazi esterni. Il diametro del fascio sarebbe di mille chilometri. Questo laser colossale è in un certo senso il motore dell'astronave, un motore destinato a rimanere nel nostro sistema solare. Nelle vicinanze di Saturno una lente, anche questa del diametro di mille chilometri, intercetterà il raggio laser concentrandolo sulla vela dell'astronave (mille chilometri di diametro) in attesa, oltre l'orbita di Plutone. Colpita dai fotoni del laser, la vela accelererà piano piano fino a raggiungere velocità relativistiche. Un raggio laser da 40 Terawatts e di mille chilometri di diametro può, secondo i calcoli di Forward, sospingere un'astronave a vela fino a 40 anni luce dalla Terra.

Ma come frenare una volta arrivati, dopo una ventina d'anni, vicini a Proxima Centauri? Un gioco di specchi risolverà la situazione. La gigantesca vela si dividerà in due parti: un anello del diametro di 1000 chilometri con un buco centrale di 300 e un cerchio di 300 chilometri, sempre di diametro. A questo punto il cerchio si girerà in modo che i raggi laser colpiscano prima l'anello e, riflettendosi, tornino verso di esso. I raggi riflessi dall'anello hanno direzione contraria al senso di marcia, sono una specie di vento contrario che rallenta il cerchio (dove si trova l'astronave), mentre il grande anello continua la sua marcia fino a perdersi. Dopo aver compiuto le esplorazioni intorno a Proxima Centauri, dividendosi in altre due parti, con un altro gioco di specchi l'astronave di Forward riuscirà a riacquistare velocità per tornare sulla Terra.

Tutte queste astronavi che, almeno in teoria, raggiungono velocità vicine a quella della luce, oltre ai problemi ingegneristici ed energetici che abbiamo visto, ne pongono altri ancora più complessi e sconcertanti. Infatti gli equipaggi di quelle astronavi, una volta raggiunte velocità nell'ordine di quella della luce (100.000 - 200.000 chilometri al secondo), incontrerebbero le deformazioni spazio-temporali previste dalla relatività di Einstein. E il loro viaggio non si svolgerebbe solo nello spazio ma anche nel tempo. Questi effetti relativistici sono ben illustrati dal paradosso dei gemelli: se uno di due gemelli si imbarcasse su una di quelle velocissime astronavi, al ritorno sulla Terra troverebbe il fratello molto più vecchio di lui. Infatti man mano che la velocità aumenta il tempo rallenta. E alla velocità della luce teoricamente il tempo si ferma. Così, mentre per l'equipaggio dell'astronave sarebbero passati solo due o tre anni, sulla Terra potrebbero esserne trascorsi 30 o 40 o anche 1000 o 2000, secondo le velocità raggiunte nel viaggio.

Poiché raggiungere velocità vicine a quella della luce potrebbe rivelarsi impossibile, (come anche l'ipotesi di ibernare gli astronauti per far loro superare gli abissi dello spazio e del tempo che ci separano dalle stelle) sono state proposte altre soluzioni. Quella ideata da Isaac Asimov prevede la costruzione di gigantesche stazioni spaziali, di veri e propri pianeti artificiali abitati da milioni se non da miliardi di esseri umani. Queste enormi astronavi sarebbero capaci, una volta abbandonato il sistema solare, di ricavare energia e materiali da fonti minime, come l'idrogeno sparso nell'Universo o meteoriti vaganti negli spazi interstellari. La deriva di questi mondi potrebbe durare secoli, millenni, milioni di anni. Generazione dopo generazione la vita continuerebbe permettendo di scavalcare, anche a velocità ridotte, gli abissi cosmici. Mutazioni genetiche e culturali, eventi casuali, renderebbero molto diverso il destino delle varie astronavi. Alcune si fermerebbero in altri sistemi solari colonizzando altri pianeti. Altre continuerebbero per sempre la deriva scansando volontariamente le stelle. Altre ancora verrebbero distrutte.

Ma questo viaggio di massa nell'Universo non è ancora tutto. Altre ipotesi prevedono per un lontano futuro tecnologie capaci di sfruttare le deformazioni dello spazio-tempo calcolate dalla teoria generale della relatività di Einstein, per viaggiare in tutto l'Universo e forse oltre senza dover considerare il limite imposto dalla velocità della luce. «Se l'uomo sarà capace un giorno», dice Robert Forward, «di far collassare una stella cento volte più grande del Sole in un buco nero non di forma sferica ma a forma di anello, allora passando all'interno di quell'anello potremmo raggiungere altre parti dell'Universo e forse altri Universi senza dover viaggiare nello spazio-tempo che oggi conosciamo. I fortissimi campi gravitazionali del buco nero distruggerebbero nella zona interna all'anello la struttura fisica del nostro Cosmo e aprirebbero una finestra su altre dimensioni. A tutt'oggi però non solo una tecnologia del genere è inconcepibile, ma gli astronomi non sono nemmeno sicuri dell'esistenza dei buchi neri, di qualsiasi forma siano». Tutti questi viaggi appartengono per il momento al regno della fantascienza. ∞

L'Interstellar Ram Jet progettato da Robert Brussard: è una torre alta circa due chilometri capace di raccogliere l'idrogeno sparso nell'Universo e utilizzarlo per il suo motore a fusione nucleare.

Seichi Kiyokara

SPAZIO

"HOUSTON SIAMO DISCESI SU MARTE"

Questo messaggio potrà arrivare al centro di controllo delle missioni NASA entro l'anno 2020. Il pianeta rosso infatti è quello che offre le migliori possibilità di colonizzazione: bonificato potrebbe diventare verde e azzurro quanto la Terra. Vediamo come.

di LORENZO PINNA

Senza alcun dubbio il primo pianeta (e forse l'unico) sul quale l'uomo metterà piede è Marte. Le sue condizioni, nonostante siano piuttosto inospitali, non sono proibitive come quelle venusiane. Ma perché l'uomo dovrebbe tentare una simile rischiosissima impresa? Le missioni automatiche dei robot cosmici non potrebbero ottenere gli stessi risultati? Certamente le sonde automatiche, come hanno dimostrato i Viking, sono in grado di svolgere una vasta gamma di esperimenti. E, infatti, per gli anni novanta la NASA ha programmato una missione di quel tipo allo scopo di approfondire la conoscenza del pianeta. Si tratta della «Mars Geochemistry Orbital Mission» che, tra l'altro, dovrà stabilire con certezza l'esistenza di acqua in forma di ghiaccio sotterraneo misto a roccia (perma-frost). Tuttavia la presenza dell'uomo moltiplicherebbe migliaia di volte i risultati ottenibili con i robot.
Ma non è questa la sola ragione per una missione con equipaggio umano. Tra tutti i pianeti del sistema solare Marte offre le migliori prospettive per una colonizzazione, e, per la sua posizione, può essere impiegato come base per l'esplorazione e lo sfruttamento della fascia degli asteroidi. Infine, se nei secoli futuri una colonia umana riuscirà a stabilirsi sul pianeta rosso, non è impossibile pensare a una bonifica di Marte, per trasformarlo in un pianeta verde e azzurro come la Terra.
Di una possibile spedizione umana su Marte ha parlato recentemente a Roma l'amministratore della NASA Phil Culbertson nel corso del 25° convegno internazionale sullo spazio, trattando dei programmi destinati a seguire la costruzione della stazione spaziale orbitante.
«Dovremo scegliere tra alcune possibilità», ha detto Culbertson. «Una è quella

In questa illustrazione di Pamela Lee, una squadra di esploratori spaziali mentre costruisce una base permanente sulla superficie del pianeta Marte.

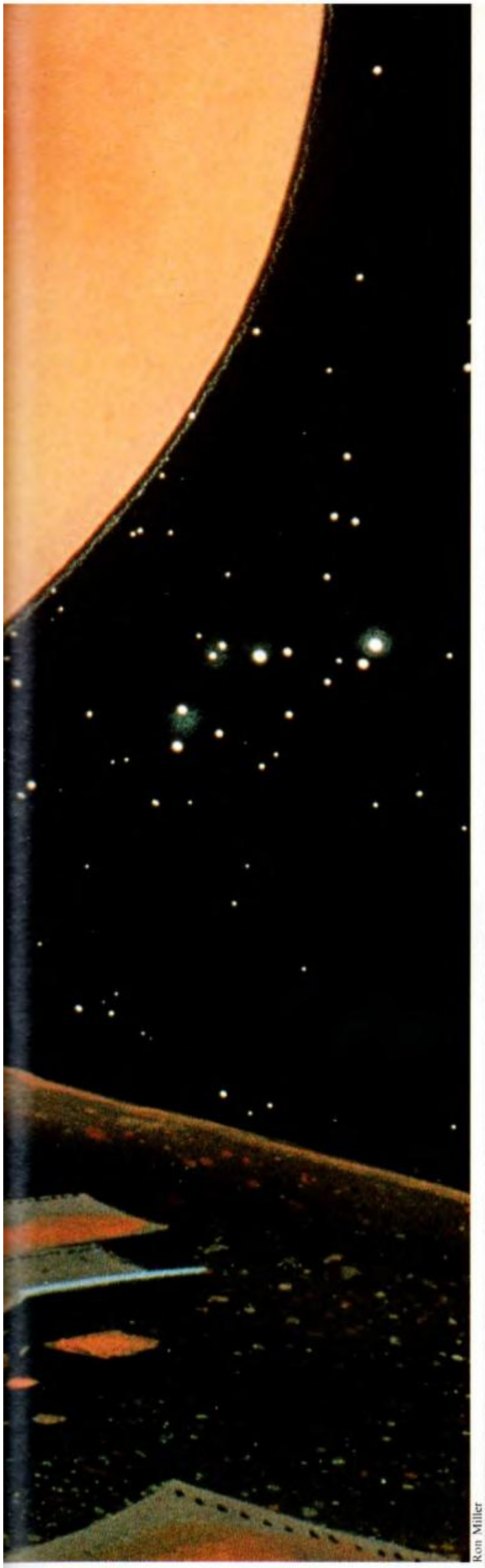
di realizzare un vecchio sogno di Werner von Braun e organizzare una missione umana su Marte. Un'impresa del genere richiede la permanenza nello spazio per circa tre anni. Le lunghe permanenze nello spazio che realizzeremo non appena sarà pronta la stazione spaziale, arricchiranno il nostro patrimonio di conoscenze sugli effetti prolungati dall'assenza di gravità sulla salute e quindi ci aiuteranno a valutare se l'impresa su Marte può rappresentare il passo successivo».

Alcuni ricercatori intanto hanno già elaborato progetti per modificare il clima marziani in modo da renderlo vivibile senza dover indossare tute protettive.

Il viaggio di un equipaggio umano verso Marte, anche se non avverrà prima del 2015-2020, porrà comunque grandi problemi alla tecnologia astronautica.

La prima gigantesca difficoltà è la distanza tra Marte e la Terra: 300 milioni di chilometri in media. Se supponiamo che vengano usati razzi a propellente chimico, come quelli attuali, la rotta verso Marte sarà una combinazione di spinte generate dai motori e di lunghe navigazioni regolate dalle leggi della meccanica celeste.

Il cammino più economico verso il pianeta rosso si chiama «ellisse di Hohmann» e con i razzi attuali ci vorrebbero 260 giorni per percorrerlo. La finestra di lancio per imboccare questa rotta si pre-



Ron Miller

Allestimento di un campo base su Phobos. La luna marziana fornirà i materiali necessari, composti al carbonio per la vernice nera e fogli d'alluminio per gli specchi, che verranno usati per modificare la pressione atmosferica su Marte e rendere più vivibile il pianeta.

senta quando Marte è circa 44 gradi avanti alla Terra, nel suo cammino intorno al Sole. Questa posizione favorevole si ripete ogni 24 o 25 mesi. La morale di questi conteggi è che dopo 260 giorni di navigazione verso Marte, l'equipaggio dovrà attenderne altri 460 perché si ripresenti una nuova finestra. Infine i 260 giorni per il ritorno portano a 980 il totale per la spedizione su Marte. Troppi! Con più combustibile a bordo è possibile prendere una scorciatoia che ridurrebbe l'intera missione a 600-700 giorni. Questa è, per ora, la durata minima prevista per l'avventura marziana. Se qualcosa dovesse andare storto, gli astronauti in viaggio verso Marte potranno invertire la rotta e tornare sulla Terra solo se non avranno superato un terzo del cammino. Dopo tale limite, le variazioni di velocità richieste per una conversione a «U» sono superiori a quelle possibili usando tutti i motori dell'astronave e quindi gli astronauti sarebbero costretti ad arrivare su Marte prima di poter tornare indietro. Quanto sarà grande l'astronave per Marte? Con una battuta uno scienziato americano ha detto che se tutti i progetti per quelle astronavi venissero realizzati, i veicoli, messi in fila uno dietro all'altro, coprirebbero metà del cammino verso il pianeta rosso. Un progetto elaborato dalla NASA prevede per esempio la costruzione in orbita terrestre di una astronave del peso di 800-1000 tonnellate (per fare un paragone possiamo ricordare che il Saturno V, il razzo più potente costruito dall'uomo, portava in orbita bassa poco più di 100 tonnellate). Circa 500 tonnellate sono costituite dai razzi per accelerare il veicolo fuori dall'orbita terrestre. Infatti per mettersi in cammino verso Marte, l'astronave dovrà passare dai 28.000 chilometri orari, che la sostengono in orbita, ai circa 40.000, per il viaggio interplanetario. Una volta giunti in vicinanza di Marte gli astronauti dovranno cominciare una frenata per evitare di sorpassare l'obiettivo e di perdersi negli spazi cosmici. E naturalmente altri razzi serviranno per la frenata necessaria a rientrare in orbita intorno al nostro pianeta. Delle 800 tonnellate forse una ventina soltanto ritornerebbero sulla Terra a missione conclusa.

Un metodo rischioso e che richiede molta precisione potrebbe ridurre il peso da lanciare: la manovra si chiama «aerocattura». In pratica l'astronave, giunta in prossimità di Marte (senza razzi per la frenata), si avventerà a 40.000 chilometri orari sulla sua atmosfera, sfiorandola. Le particelle di gas colpendo lo scudo protettivo dell'astronave ne rallenteranno la velocità consentendo l'entrata in orbita. Errori minimi in questa manovra faranno perdere nelle profondità cosmiche l'astronave che non è riuscita a frenare, o la disintegreranno dopo averla scaraventata verso strati troppo densi di atmosfera. La stessa manovra potrebbe essere ripetuta anche per il rientro sulla Terra e questo farebbe risparmiare altri razzi di frenata e relativo combustibile, ma bisogna considerare che l'astronave dovrà avere scudi protettivi molto resistenti. Gran parte del peso guadagnato andrebbe impiegato negli scudi.

L'aerocattura può presentare molti rischi per gli astronauti, che vissuti per 260 giorni senza gravità, potrebbero risentire del brusco aumento (fino a 8 g) di peso.

Quando la grande astronave si sarà inserita nell'orbita marziana, alcuni astronauti (tre o quattro secondo i progetti più accettati) si trasferiranno nel MEM (Modulo per l'escursione su Marte, una versione potenziata del LEM) e si dirigeranno verso la superficie del pianeta. La manovra per atterrare con il MEM sarà stata provata, prima del momento decisivo, con rientri nell'atmosfera terrestre, con allunaggi e con simulazioni al calcolatore. Aiutandosi con paracadute e retrorazzi il MEM, dopo aver attraversato la tenue atmosfera marziana, si poserà nel luogo prescelto. Numerose missioni automatiche precedenti alla spedizione umana avranno infatti fornito una mappa di Marte dove saranno visibili dettagli di circa un metro. Verrà così evitato l'atterraggio su un macigno o in un crepaccio.

Sul pianeta rosso gli astronauti ritroveranno un giorno di durata simile a quello terrestre: Marte compie un giro su stesso in 24 ore 39 minuti e mezzo, cioè 39 minuti e mezzo più della Terra. L'alternarsi di luce e oscurità sarà l'unica caratteristica familiare che gli astronauti incontreranno su Marte.

Dopo alcuni giorni, quando i membri della spedizione si saranno abituati alla gravità marziana, cominceranno le esplorazioni. Il lavoro scientifico svolto dai primi uomini su Marte sarà vastissimo, si pensa che questo equipaggio non si limiterà a raccogliere campioni da riportare sulla Terra, ma effettuerà analisi e studi sul posto, servendosi di apparecchiature miniaturizzate e leggerissime. Tra l'altro gli esploratori marziani disporranno sicuramente di una trivella per verificare se nel sottosuolo esiste il ghiaccio. Dovendo rimanere settimane o addirittura mesi sulla superficie marziana, gli astronauti compiranno viaggi di 150-200 chilometri per esplorare regioni di particolare inte-

resse come le zone vicine al monte Arsia dove i Viking Orbiter hanno fotografato pennacchi provocati da fenomeni vulcanici (geyser?). Sfruttando al massimo l'autonomia delle tute pressurizzate, gli uomini della missione marziana potranno contare su 36 ore per un viaggetto di andata e ritorno sui Mars Rover (anche queste versioni migliorate dei già collaudati Lunar Rover), le jeep capaci di raggiungere i 15 chilometri orari sulle accidentate distese di Marte.

Questi giri di ricognizione potranno diventare molto più estesi, fino a 1000-1500 chilometri dal campo base, coordinando gli spostamenti degli esploratori sulla superficie con il volo dell'astronave in orbita. Dal modulo di comando, rimasto a girare intorno a Marte, verranno lanciati contenitori pieni di aria e viveri per gli uomini e di carburante per la jeep. Questi contenitori atterreranno, frenati dai paracadute, nel punto dove l'autonomia della spedizione comincerà a esaurirsi. Con una serie di stazioni di rifornimento e la costante sorveglianza dall'alto dell'astronave madre, le esplorazioni potranno spingersi fino a 1500 chilometri dal campo base. La distanza sarà coperta in dieci giorni e gli astronauti rimarranno nel campo secondario un paio di settimane per condurre ogni possibile ricerca. Gli esploratori dormiranno in speciali tende dove sarà possibile ricreare una pressione e una composizione dell'aria che non richiedano l'uso delle tute. Le tende serviranno anche come rifugio nel caso a un astronauta si rompesse improvvisamente la tuta. Infilandosi dentro la tenda, rapidamente montata, l'astronauta potrà controllare la tuta ed eventualmente ripararla o indossare quella di riserva.

La parte più pericolosa dell'intera missione su Marte è, ovviamente, la permanenza sul pianeta. Incidenti di vario tipo possono mettere a repentaglio la vita degli astronauti: cadute in crepacci, ribaltamenti della jeep, bombardamenti micrometeoritici, tempeste radioattive, temporali di polvere e vento, eruzioni vulcaniche. Ma anche senza pensare a situazioni straordinarie, la stessa polvere marziana che rimarrà attaccata alle tute e agli scarponi, una volta finita, nonostante le precauzioni, dentro la cabina del MEM, potrebbe provocare gravissimi danni alle apparecchiature di bordo. E infine un ultimo inquietante interrogativo: dopo settimane e forse mesi di permanenza nelle condizioni avverse di Marte, i razzi del MEM si riaccenderanno per portare gli astronauti all'appuntamento in orbita con l'astronave-madre? Come è noto i LEM, i moduli per l'atterraggio lunare, funzionarono sempre alla perfezione. Ma il loro soggiorno sulla Luna non superò le 76 ore. Per evitare tutti questi rischi la prima spedizione su Marte invece di atterrare sul pianeta potrebbe fermarsi su una delle due lune.

Le spedizioni umane verso Marte non sono per il momento programmate. Tuttavia sia americani che sovietici prevedono, per il prossimo decennio, di lanciare alcune sonde automatiche verso il pianeta rosso. Senza dubbio il programma più am-

LA MISSIONE SU PHOBOS O DEIMOS

Soltanto nel suo terzo viaggio verso l'America Cristoforo Colombo toccò il continente. E soltanto la terza missione Apollo verso la Luna tentò l'atterraggio. Sia per analogia, sia per prudenza, molti esperti raccomandano che il primo viaggio verso il pianeta rosso non si concluda con un temerario atterraggio, ma si limiti a una visita a una delle due lune, Phobos o Deimos. Si eviteranno così i rischi di un'esplorazione diretta delle desolate lande marziane. Deimos (il terrore), la luna più distante che orbita a circa 24.000 chilometri dal pianeta, è la candidata più probabile. Poiché sulla superficie di Deimos la gravità è un trecentesimo di quella di Marte («il terrore» è un macigno di 10 chilometri per 15), gli astronauti non saranno sottoposti al brusco rientro in un ambiente con una sensibile forza di gravità come quello marziano.

Su Deimos i membri della spedizione si sistemeranno in un rifugio sotterraneo per sfuggire al pericolo delle radiazioni. Se Deimos conterrà acqua, il primo campo base potrà trasformarsi in una stazione permanente per la produzione di idrogeno e ossigeno, cioè del combustibile che alimenta i motori chimici dell'astronave. Successive missioni potranno portare, al posto del carburante per il ritorno, apparecchiature per la ricerca e l'esplorazione. Il pieno per il tragitto verso la Terra verrà fatto su Deimos. Nel campo base sulla luna marziana, gli astronauti monteranno un potente telescopio per scrutare e fotografare in dettaglio la superficie del pianeta, in previsione di un'esplorazione umana da effettuare in una successiva spedizione.

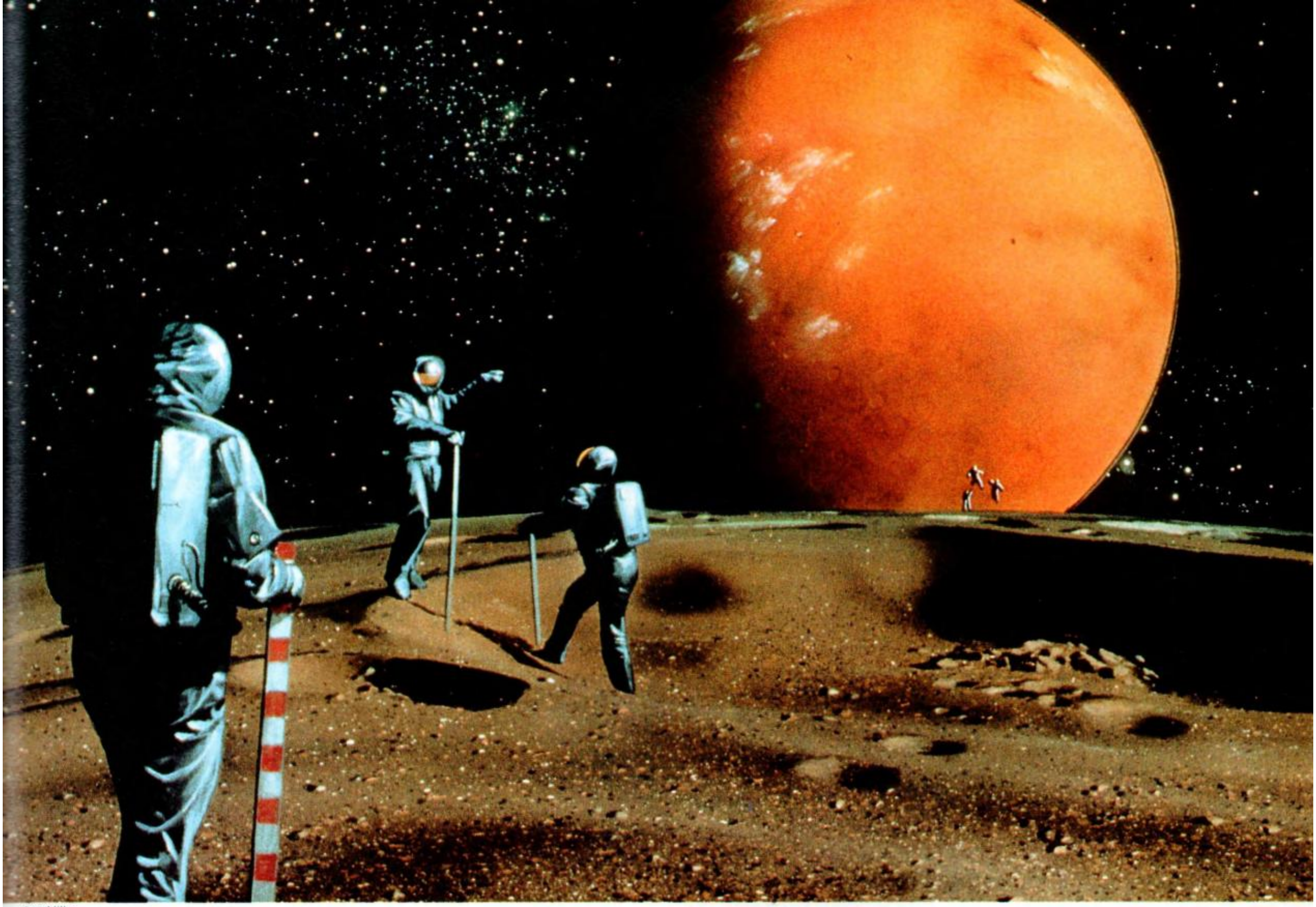
Una missione verso le lune marziane non avrà bisogno del pesante e ingombrante MEM (Mars Excursion Module del peso di circa 40 tonnellate) e al suo posto potranno essere portate numerose sonde automatiche. Queste sonde verranno lanciate dalla rampa costruita su Deimos, verso quelle zone che l'osservazione telescopica ha rivelato essere particolarmente interessanti.

Le sonde, dopo essere atterrate su Marte, e aver raccolto campioni di terreno e di atmosfera, potranno tornare su Deimos con il loro prezioso carico. Il controllo degli inviati automatici sarà molto semplice per gli astronauti alloggiati sulla luna marziana (molto più semplice che il controllo da Terra di sonde come il Viking). Tra l'altro, Deimos per la velocità del suo cammino intorno a Marte rimane in vista delle stesse regioni per quasi 40 ore, permettendo un contatto radio diretto con i robot al lavoro sulla superficie del pianeta. Quando il contatto verrà perduto, perché Deimos scenderà sotto l'orizzonte di Marte, un satellite per telecomunicazioni ripeterà il segnale.

L'analisi dei risultati ottenuti con una sonda, renderà più semplice programmare altre esplorazioni automatiche. In questo modo, senza rischiare l'osso del collo viaggiando sui Mars Rover per giorni interi, si otterranno gli stessi risultati e i futuri astronauti che metteranno piede su Marte correranno rischi molto minori.

Un'astronave diretta verso Deimos peserà al momento di lasciare l'orbita terrestre non 800-1.000 tonnellate (il peso di una missione che preveda l'atterraggio) ma 300, cioè quasi un terzo. Se poi Deimos si trasformerà in una stazione di servizio per razzi interplanetari, il peso che sarà necessario lanciare dalla Terra risulterà ancora inferiore.

L'idea di installare il primo campo base su Deimos sembra proprio allettante!



Ron Miller

Esploratori esaminano il suolo di Deimos, la luna più distante che orbita a circa 24.000 chilometri da Marte. Se su Deimos si troverà l'acqua, il primo campo base che verrà allestito potrà trasformarsi in una stazione permanente per la produzione di idrogeno e ossigeno per alimentare i motori chimici dell'astronave.

bizioso è quello sovietico. Secondo i loro piani una sonda si avvicinerà a Phobos, una delle due lune marziane, e sparerà sulla sua superficie un raggio laser. L'energia del laser farà vaporizzare una frazione minima della superficie, che, a causa della bassissima forza gravitazionale, si perderà nello spazio. Ma durante il processo di vaporizzazione i sensori di bordo analizzeranno le radiazioni emesse dalle rocce surriscaldate per determinarne la composizione chimica. In un secondo momento un modulo di atterraggio si poserà sulla luna marziana e grazie ad una piccola trivella ne studierà il sottosuolo. Questa missione potrebbe indicare che i sovietici stanno studiando una spedizione umana verso Marte utilizzando Phobos come campo-base.
Gli americani stanno invece progettando una missione denominata «Mars Geoscience/Climatology Orbiter». Gli obiettivi di questo programma sono due. Grazie ai sensori situati a bordo della sonda orbitante a circa trecento chilometri di quota da Marte, verranno analizzate sia la composizione chimica del suolo sia l'eventuale presenza d'acqua. La partenza del Mars Orbiter è prevista per la seconda metà degli anni ottanta.

Quarantacinquenne con fisico atletico, l'uomo-marziano

La durata del viaggio (tra i due e i tre anni) porrà notevoli problemi fisici all'equipaggio umano che si troverà in condizioni di assenza di gravità per almeno 260 giorni. Il record di permanenza nel cosmo, stabilito nel 1982 dai russi Lebedev e Berezovoj è infatti solo di 211 giorni. Quali conseguenze potrebbe avere un volo più prolungato? L'effetto principale di «zero g» è quello di indurre una notevole pigrizia nell'organismo umano. Non dovendo sostenere il peso corporeo, i muscoli, compreso il cuore, tendono ad atrofizzarsi e a perdere forza. L'affluire dei liquidi verso la testa, non appena comincia a mancare la gravità, induce negli astronauti una diminuzione della sete. Bevendo meno, il volume del sangue si contrae del 10-11 per cento. Insieme al volume diminuisce la capacità dei globuli rossi di trasportare ossigeno.
Anche il senso dell'equilibrio, generato da un organo situato nella parte interna dell'orecchio, subisce notevoli alterazioni che possono, tra l'altro, provocare il «mal di spazio», cioè persistenti sensazioni di nausea, vertigine e vomito. Ma forse il più pericoloso di tutti i mutamenti, che il corpo umano affronta per adattarsi alle condizioni di imponderabilità, è la decalcificazione delle ossa. I lunghi voli orbitali dei cosmonauti sovietici hanno mostrato che lo 0,5 per cento di calcio viene perduto ogni mese, e un calo del 10 per cento viene considerato molto pericoloso. Tutti questi effetti provocati da «0 g» possono essere combattuti dall'esercizio fisico giornaliero, dalla dieta e da particolari farmaci. Solo la decalcificazione ossea resiste, per ora, a ogni tentativo di contrastarla.
È comunque augurabile che per il 2010-2015 (anni di una possibile missio-

Ron Miller

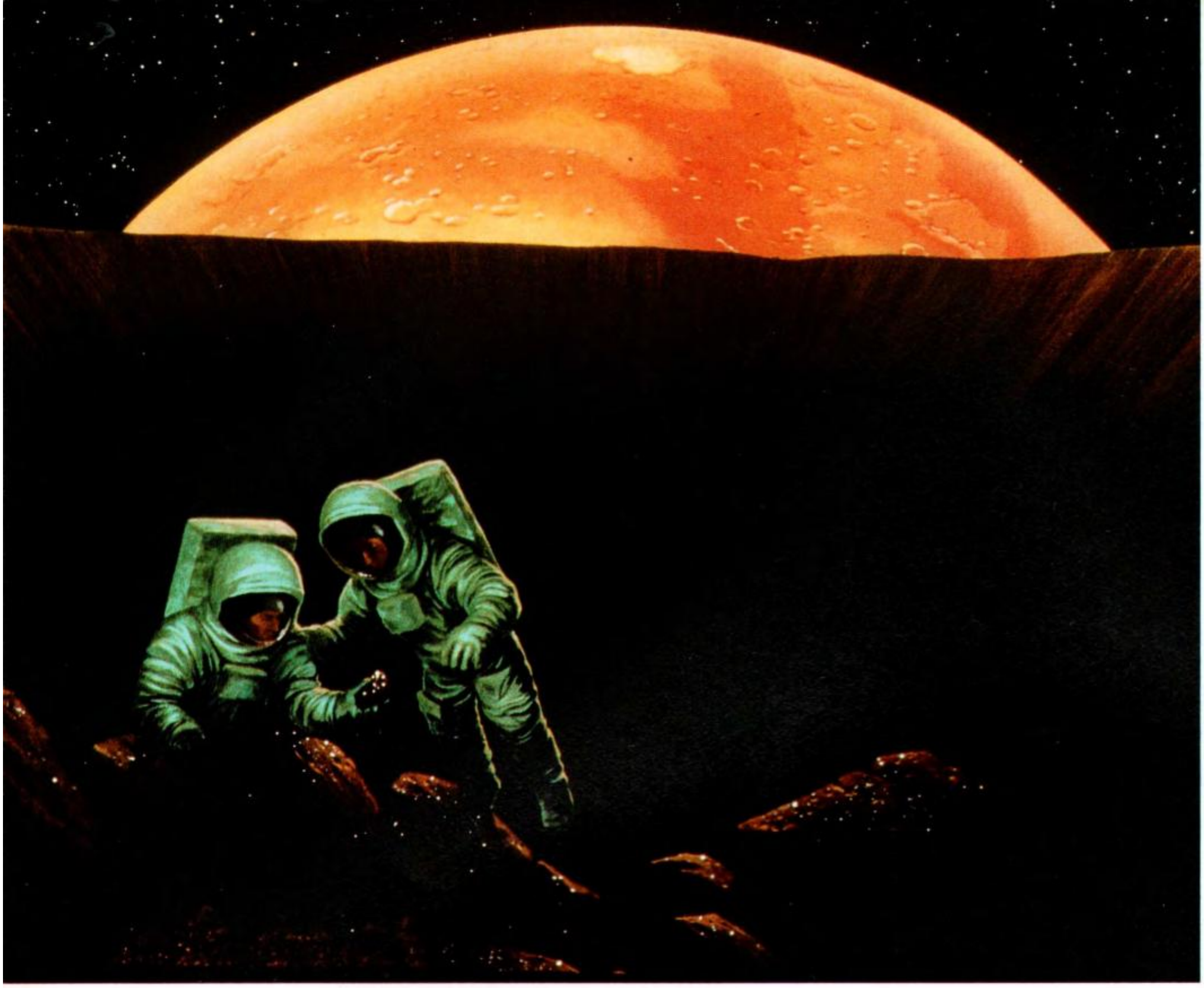
Un modulo con i rifornimenti cerca di atterrare su Marte, aiutandosi con i paracadute per evitare di posarsi su un macigno o cadere in un crepaccio. Una minaccia è però in agguato: sta per svilupparsi una violentissima tempesta di polvere che rende l'impresa estremamente rischiosa per la piccola navicella.

ne marziana), qualche soluzione sia stata escogitata. Alcuni studi sovietici sembrano fornire indicazioni incoraggianti: la decalcificazione potrebbe arrestarsi o diminuire spontaneamente dopo alcuni mesi. Questa scoperta non è tuttavia sicura e andrà verificata in missioni future. Quando dopo i 260 giorni del viaggio di andata gli astronauti scenderanno su Marte saranno sottoposti a una gravità pari a un terzo di quella terrestre. Ma contrariamente ai cosmonauti sovietici, reduci dal record di permanenza nello spazio, gli esploratori di Marte non troveranno ad accoglierli né un'atmosfera respirabile, né équipes di medici e specialisti, né comodi letti dove riposarsi. Il brusco passaggio dalla imponderabilità alla forza di gravità, seppur ridotta, come influirà sul fisico dei primi uomini su Marte? Se l'esercizio giornaliero, compiuto durante il viaggio, sarà stato sufficiente, allora gli astronauti dovranno semplicemente lavorare a ritmo ridotto per la prima settimana, per riadattarsi al nuovo ambiente. All'inizio, per le uscite sul suolo marziano, gli astronauti invece di indossare i pesanti zaini per la respirazione, potranno collegarsi al MEM con un tubo. Le prime escursioni saranno fatte a bordo di una jeep in modo che gli astronauti non si affatichino troppo a camminare. Gli esploratori marziani dovranno inoltre stare particolarmente attenti alla cattiva abitudine, presa durante il viaggio per la mancanza di gravità, di lasciare gli oggetti a mezz'aria, senza posarli su qualcosa di solido. Gli astronauti dello Skylab, di ritorno a Terra, dopo tre mesi di imponderabilità, si stupirono moltissimo che le cose lasciate andare cadessero, invece di galleggiare nell'aria. Quest'abitudine, per i primi uomini su Marte, potrebbe causare gravi incidenti, invece di essere motivo di ilarità come per gli equipaggi dello Skylab.

Un altro grave pericolo per la vita dell'equipaggio, sia durante il viaggio sia sulla superficie di Marte, sono le radiazioni cosmiche e solari. Durante l'intera vita una persona può assorbire, senza risentirne, circa 300 rem (il rem è una misura che indica la quantità di radiazioni). Se non fossimo riparati dall'atmosfera terrestre e dal campo magnetico, in un anno verremmo colpiti da 40 rem di radiazioni. Durante il viaggio verso Marte gli astronauti accumuleranno infatti 40 rem l'anno. Sembra quindi che l'intera missione possa rimanere dentro i limiti di sicurezza. Tuttavia l'intensificarsi dell'attività solare può far aumentare a 100 rem le radiazioni annuali e tempeste violente e improvvise (i cosiddetti «solar flares») possono sparare in un sol colpo 1.000 rem, una dose mortale. Gli astronauti, per sfuggire a simili temporali cosmici provocati dal Sole, dovranno ripararsi in una specie di rifugio antiatomico che si troverà a bordo dell'astronave. Anche su Marte i primi esploratori dovranno cercare riparo dai pericolosi raggi cosmici. La fine atmosfera del pianeta rosso non è infatti un efficace schermo protettivo. Rifugi scavati un paio di metri sotto la superficie del pianeta potranno proteggere gli astronauti dalle tempeste radioattive.

Tra i tanti pericoli che gli astronauti dovranno affrontare nella missione «Marte» uno è particolarmente insidioso e comincerà a presentarsi qualche settimana dopo aver lasciato la Terra: il senso di isolamento e la noia. Man mano che l'astronave procederà nel suo cammino, i messaggi radiotrasmessi impiegheranno sempre più tempo per raggiungere la Terra. A metà viaggio una parola pronunciata sull'astronave verrà ascoltata sulla Terra sette minuti dopo: il tempo necessario affinché le onde elettromagnetiche ce la portino. E su Marte ben 15 minuti separeranno gli astronauti e il controllo missione sulla Terra. Quando vedremo, in diretta sugli schermi televisivi, i primi uomini mettere piede sul pianeta rosso, la storica impresa sarà già avvenuta da 15 minuti. La differenza nelle comunicazioni provocata dalla distanza, renderà impossibile il dialogo tra la Terra e gli astronauti. Da un certo momento in poi, sia l'equipaggio sia i controlli della missione, dovranno compilare liste di domande e attendere, dopo svariati minuti, liste di risposte.

L'altro pericolo, la noia di lunghi giorni passati in un abitacolo poco spazioso, senza che dagli oblò si veda alcun cambiamento, verrà combattuto con intensi programmi di allenamento e di ricerca



Pamela Lee

Gli astronauti cercano di identificare la natura di alcuni cristalli lucenti presenti nelle rocce estratte da un profondissimo cratere di Phobos. Potrebbe trattarsi di diamanti che si sono formati in seguito all'impatto di un meteorite o di un altro corpo celeste sul suolo di Phobos che è stato trovato ricco di composti di carbonio.

scientifica in cui gli astronauti si impegneranno quotidianamente. Oltre agli esercizi fisici, l'equipaggio ripasserà tutte le manovre necessarie per entrare in orbita marziana, per atterrare sulla superficie, e per ripartirne.

Tutti i comandi a bordo dell'astronave saranno costruiti in modo da funzionare veramente o da simularne l'azione. Dopo aver posto su «simulazione» i comandi, gli astronauti si alleneranno a compiere le più svariate operazioni, comprese quelle di emergenza, in modo da essere pronti per qualsiasi eventualità. Oltre alle «ripetizioni» sulle tecniche per pilotare l'astronave o il MEM, l'equipaggio sarà anche impegnato in una serie di ricerche scientifiche sul vento solare e di osservazioni astronomiche.

Quanti saranno i membri dell'equipaggio e quali le loro specializzazioni? Ovviamente la composizione definitiva non è ancora sicura, poichè una missione su Marte non è nemmeno programmata. Tuttavia, secondo alcuni studi preliminari, il numero degli astronauti non sarà superiore a cinque. Accanto al proprio compito principale, ogni membro dell'equipaggio avrà una specializzazione secondaria in modo da sostituire, in caso di necessità, un compagno di viaggio non in grado di svolgere il proprio lavoro.

Tra gli astronauti si troverà sicuramente un medico con apparecchiature per far radiografie ed eseguire piccole operazioni chirurgiche. Quali conseguenze potrebbe infatti avere un mal di denti non curato in un uomo a più di 200 milioni di chilometri dalla Terra?

Ecco una possibile composizione dell'equipaggio: comandante (sostituto del medico e dell'ingegnere di bordo); ingegnere dei sistemi di bordo (sostituto pilota del MEM e del comandante); pilota del MEM (sostituto ingegnere dei sistemi); medico (sostituto geologo); geologo (sostituto del medico e del pilota del MEM).

In questo modo anche la perdita di un astronauta non pregiudicherebbe l'esito della missione. Quale potrà essere l'età media dell'equipaggio di Marte? Poichè la missione sul pianeta rosso sarà l'ultima a causa dell'accumulo di radiazioni, l'equipaggio verrà scelto tra il personale con una più lunga esperienza sulle stazioni spaziali orbitanti. Inoltre la lunga durata della spedizione favorirà astronauti che non abbiano figli troppo piccoli, per evitare situazioni psicologiche difficili. Tutto ciò fa prevedere che saranno selezionati inevitabilmente astronauti di età tra i 45 ed i 50 anni. Gli uomini che parteciperanno alla futura spedizione marziana, sono oggi studenti di liceo.

Marte: tempeste di polvere, enormi vulcani e clima glaciale

Soltanto la Terra e la Luna sono state studiate più a fondo del pianeta rosso. Ma per molto tempo, fino al primo volo ravvicinato del Mariner 4 nel 1965, l'idea che Marte potesse ospitare una civiltà parallela a quella terrestre, capace di gigantesche opere come i famosi canali osservati da Schiapparelli, ha affascinato l'im-

Un astronauta giace senza vita sul suolo marziano: un'improvvisa tempesta di polvere ha frantumato la visiera del suo casco protettivo. Durante queste missioni, incidenti di vario tipo possono mettere a repentaglio la vita degli esploratori: cadute in crepacci, ribaltamenti delle jeep, bombardamenti di micrometeoriti, tempeste radioattive.

maginazione di scrittori e lettori di fantascienza. Le immagini, seppur a bassa definizione, spedite dal Mariner 4 svelarono un paesaggio desolato, cosparso dai soliti crateri meteoritici, e posero fine per sempre al sogno della civiltà gemella! Successive missioni intorno a Marte, mostrarono tempeste di polvere che potevano durare mesi e coinvolgere l'intero pianeta, vulcani, canaloni, dune di sabbia e quelli che sembravano letti di fiumi seccati. La curiosità suscitata dalle scoperte del Mariner 9 fu tale che due sonde vennero spedite dagli americani verso questo pianeta negli anni successivi. Anche i sovietici hanno fatto atterrare tre sonde, Mars 2, 3 e 6, ma le informazioni trasmesse (ammesso che non si siano guastate) non sono state rese pubbliche.

Nel 1976 i due Viking americani arrivarono su Marte. Le parti dei Viking, chiamate Orbiter 1 e 2, rimasero in orbita fotografando in dettaglio la superficie del pianeta e spedendo a Terra più di 55.000 immagini. Le altre due sezioni, i Lander 1 e 2, atterrarono il primo il 20 luglio 1976 nella pianura dell'Oro, il secondo pochi giorni dopo nella terra dell'Utopia. Dai dati inviati dalle sonde arrivate sulla superficie si è subito capito che su Marte l'uomo non potrebbe sopravvivere senza speciali apparecchiature protettive. L'atmosfera marziana è composta per il 95 per cento da anidride carbonica e dal 3% da argon, l'ossigeno è rarissimo, meno dello 0,5 per cento. Ma non è tutto. La pressione della tenue atmosfera marziana è bassissima in paragone a quella terrestre: il suo valore, 7,5 millibar, è circa 130 volte piú piccolo. Sul nostro pianeta la pressione atmosferica media è infatti di 1000 millibar. Se un astronauta, giunto su Marte, aprisse sbadatamente un contenitore d'acqua, vedrebbe questo liquido vaporizzarsi istantaneamente con un'esplosione. Infatti oggi su Marte non può esistere acqua allo stato libero.

La temperatura su Marte oscilla tra i —85 e i —29 gradi centigradi (con punte di —150 ai poli), cioè intorno ai valori misurati sulla Terra solo nella lunga notte antartica. Neppure all'equatore marziano, durate i caldi mesi estivi, il termometro riesce a salire oltre i —10.

Le osservazioni dei due Viking atterrati su Marte hanno permesso una conoscenza approfondita della meteorologia marziana. Su Marte ci sono due stagioni principali, l'estate e l'inverno, e il cambio stagionale è moltro brusco in confronto alla Terra. È proprio durante il mutamento di stagione che si scatenano le tempeste di polvere, che costituiscono forse la principale caratteristica meteorologica di Marte. Le differenti temperature presenti nelle varie regioni marziane fanno alzare fortissimi venti che sollevano la polvere dal suolo e la portano fino a 30-40 chilometri dalla superficie. Anche quando le tempeste si calmano, un po' di polvere, color ruggine, rimane sospesa e questo fatto conferisce al cielo di Marte un delicato color rosa.

Ogni tanto il panorama marziano è abbellito da qualche nuvola somigliante ai cirri terrestri. Persino la nebbia non è sconosciuta: una zona particolarmente colpita da questo fenomeno si trova vicino al monte Olympus.

Il Viking 2, durante il suo primo inverno

marziano, ha fotografato anche la brina provocata forse dal vapore acqueo trasportato dalle tempeste di polvere. Pioggia e neve sono assenti dalle vicende meteorologiche del pianeta rosso.
Marte presenta anche un'altra sorprendente caratteristica: i vulcani. Anzi il più grande vulcano del sistema solare si trova proprio su questo pianeta: il monte Olympus alto 26 chilometri.
Altri quattro giganteschi vulcani si elevano sulla crosta marziana nella regione di Tharsis e le tracce delle loro spaventose eruzioni sono ancora evidenti sulla superficie del pianeta.
Fra le altre scoperte effettuate dai Viking una riguarda l'aspetto di Marte: il suo colore rosso. L'analisi del suolo ha mostrato fra i suoi componenti grandi quantità di ferro. Il colore rossiccio di Marte è dunque provocato dalla ruggine. Un mistero che gli scienziati stanno ancora tentando di risolvere riguarda l'acqua. Come abbiamo visto, oggi questo liquido non può esistere sulla superficie di Marte. Tuttavia le foto inviate dai Viking Orbiter mostrano sulla crostra marziana i segni tipici dell'erosione provocata dall'acqua. Alcuni canali, chiaramente visibili nelle immagini, sembrano letti di fiumi essiccati. Un tempo forse le condizioni climatiche erano diverse, la pressione era maggiore e l'acqua poteva scorrere liberamente. Gli scienziati pensano che l'acqua sia finita in parte nella calotta ghiacciata del polo Nord e in parte sia nascosta nelle profondità del sottosuolo.
La presenza di acqua è importante anche per rispondere a un altro interrogativo: esiste la vita su Marte? È ormai chiaro che vita intelligente come la nostra non è mai apparsa sul pianeta rosso, ma forme biologiche primordiali come i batteri o alghe unicellulari non potrebbero nascondersi in qualche luogo al riparo dal temibile clima marziano? Per rispondere a questo interrogativo, tutte e due le sonde atterrate avevano a bordo un piccolo laboratorio biologico capace di rilevare la minima traccia lasciata da un organismo vivente. Una porzione di suolo marziano, raccolta con il braccio meccanico, è stata sottoposta a tre tipi di analisi biologiche, ma i risultati sono stati negativi. Nessuna traccia di vita (almeno del genere che conosciamo sulla Terra) è stata trovata. Altri tentativi si sono conclusi con lo stesso risultato: le ricerche effettuate con telecamere, sensori infrarossi, spettrometri non hanno rivelato nessun indizio, nessuna irregolarità che potesse far nascere il sospetto della presenza di una forma biologica. Anche se tutti gli esperimenti per scovare la vita non hanno dato risultati, non bisogna dimenticare che le due sonde americane hanno controllato solo una minuscola zona del pianeta. Non si può sapere se la primordiale vita marziana si annidi in zone particolari. Per avere quindi una risposta definitiva occorreranno nuove spedizioni.
Persino le due lune di Marte, Phobos (la paura) e Deimos (il terrore) sono state fotografate da vicino dalla sonde automatiche. I due satelliti marziani, avvistati per la prima volta nel 1877, sono così piccoli che da Terra era impossibile determinarne le dimensioni. Le immagini trasmesse dai Viking hanno mostrato che Phobos e Deimos sono macigni dalla forma irregorale e butterati da crateri.
Phobos, la luna più vicina al pianeta, misura 25 × 21 chilometri ed è cosparsa di crateri dai bordi molto evidenti.
Deimos, che ruota più lontano ed è più piccolo (15 × 10 chilometri), sembra sia stato sottoposto ad una notevole erosione: i suoi crateri appaiono smussati. Queste osservazioni hanno fatto pensare che le età dei due satelliti marziani siano differenti. L'ipotesi più accreditata è che si tratti di due asteroidi catturati in tempi diversi dalla forza di gravità di Marte dopo essersi avvicinati troppo al pianeta.

Da alghe e batteri importati nasceranno foreste e animali

Dopo le prime missioni esplorative che dovranno rispondere a numerosi quesiti scientifici, l'uomo potrà decidere di costruire la prima base permanente su Marte. Questa impresa, a parte le distanze che separano Marte dalla Terra, non presenterà difficoltà maggiori dell'installazione di basi lunari. Se sul pianeta rosso è presente l'acqua (come sembra certo), gli abitanti del primo avamposto potranno impiantare sistemi per la produzione di ossigeno e idrogeno nonché serre idroponiche (cioè che utilizzano acqua e fertilizzanti al posto del suolo) per coltivare le piante. I primi uomini che rimarranno su Marte vivranno in maniera simile ai ricercatori che trascorrono in Antartide il lungo inverno polare. I moduli abitativi della base marziana non dovranno proteggere soltanto contro il freddo ma anche contro la bassissima pressione e le radiazioni cosmiche e solari.
Se alcune parti della base verranno adibite a serra, sarà possibile costruire un ecosistema chiuso. Dalle serre giungeran-

William K. Hartmann

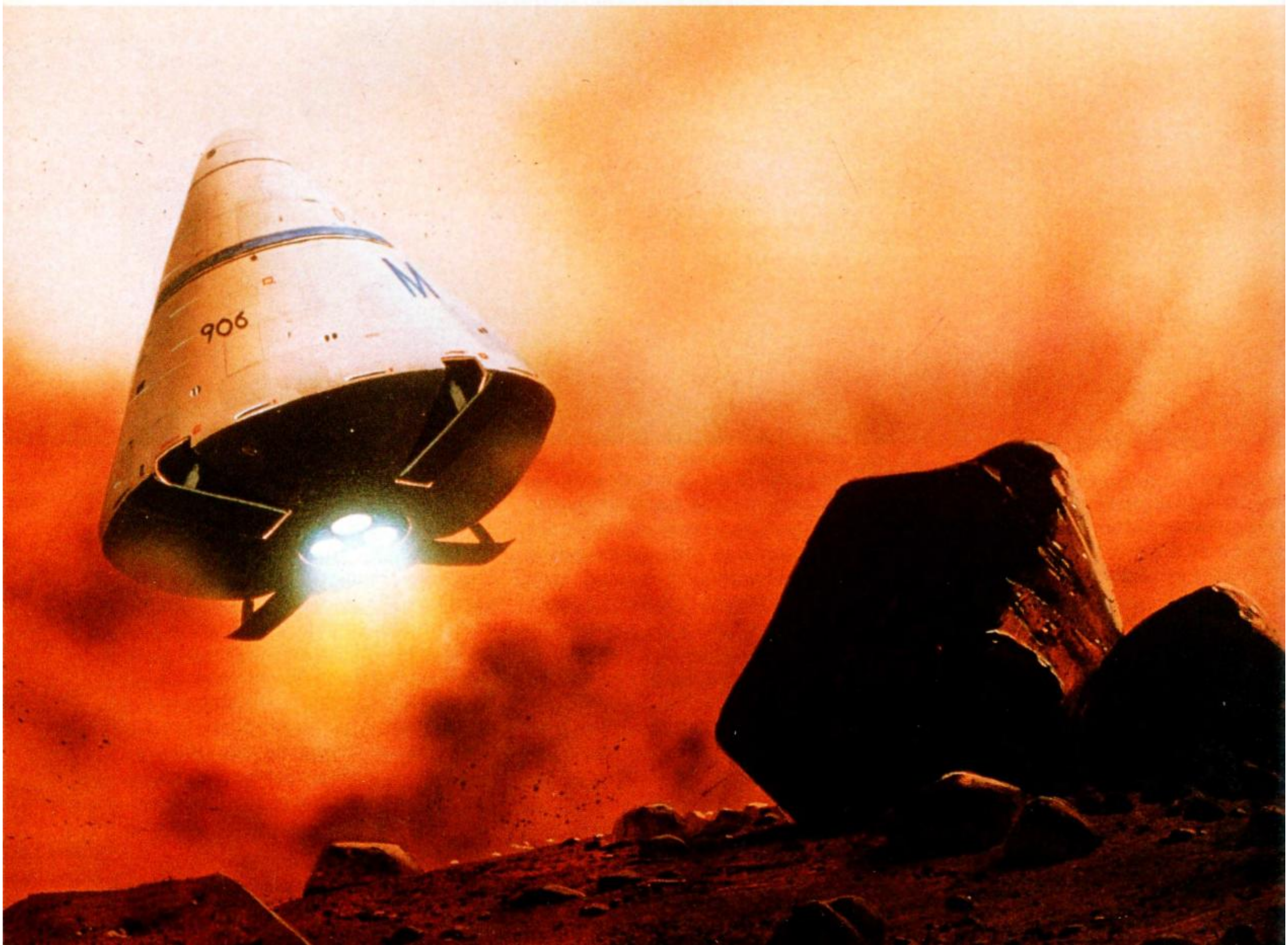
Anche su Marte i fenomeni fisici e atmosferici possono dare luogo alla formazione di originali costruzioni: ecco un'imponente struttura «architettonica» che è dovuta all'erosione di blocchi di lava raffreddati e solidificati.

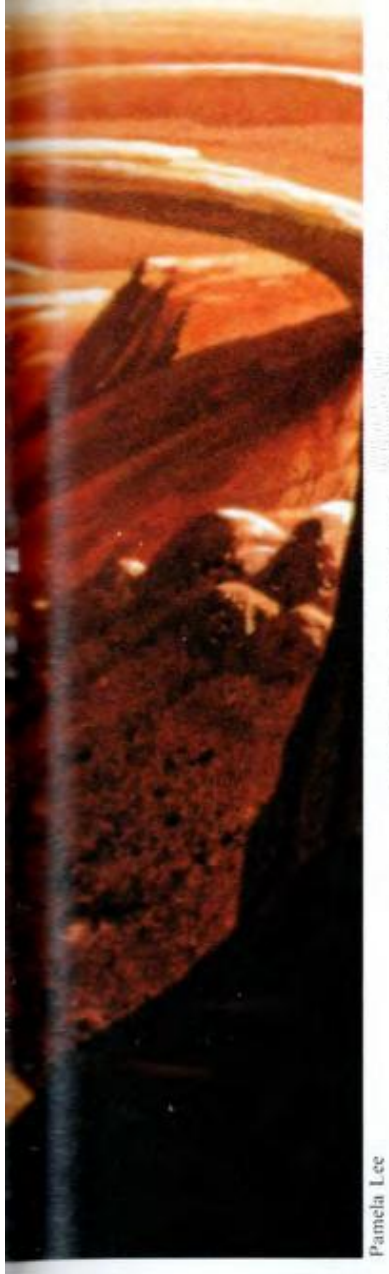
no legumi, frutti e forse carne di piccoli animali (conigli, polli, tacchini), mentre dalla colonia umana ritorneranno acqua riciclata e materie di scarto per la produzione dei fertilizzanti.

Ma alcuni ricercatori, molto più ambiziosi, si sono chiesti se non sia possibile modificare il clima di Marte facendo aumentare la pressione e la temperatura e introducendo nell'atmosfera marziana l'ossigeno in modo da ricreare un mondo simile alla Terra, dove l'uomo possa muoversi senza tute protettive.

Bisogna subito notare che simili gigantesche rivoluzioni climatiche sono già avvenute in passato per cause naturali. Un esempio evidente è la storia del nostro pianeta. Quando, intorno ai 4 miliardi e mezzo di anni fa, la Terra si formò dalla nebulosa primordiale, la sua atmosfera era composta principalmente di anidride carbonica, azoto, metano, ammoniaca. Se oggi un essere umano respirasse un simile miscuglio di gas resterebbe asfissiato nel giro di pochi secondi. Eppure è proprio in quell'ambiente che nacque la vita. Le prime forme biologiche, cioè i primitivi esseri unicellulari, utilizzavano per la loro respirazione l'anidride carbonica emettendo come gas di scarico l'ossigeno. È il moltiplicarsi di quelle forme di vita che lentamente, nel corso di miliardi di anni, inquinò completamente l'atmosfera terrestre di ossigeno. Quegli esseri originari si estinsero a causa dell'inquinamento da loro stessi provocato, ma intorno a un miliardo di anni fa nuove forme biologiche riuscirono a sfruttare il gas inquinante, l'ossigeno, per respirare.

È possibile ripetere un esperimento del genere su Marte, ma in tempi più brevi? Oggi nessuna forma di vita terrestre, nemmeno le alghe e i licheni che crescono in Antartide, potrebbe sopravvivere su Marte per cambiarne, con il suo metabo-


906



Pamela Lee

A sinistra, un astronauta geologo compie un'escursione lungo il letto, almeno così appare, di un antico fiume disseccato, per cercare indizi che possano far risalire alle origini di questa formazione naturale. In basso, il primo atterraggio umano su Marte. Gli scarichi dei motori del modulo sollevano dense nubi di polvere che, propagandosi, colorano di rosso tutta l'atmosfera del pianeta.

lismo, la composizione atmosferica. La pressione marziana è così bassa, 7,5 millibar (contro i 1.000 terrestri), che equivale in pratica al vuoto.
La prima cosa da fare è dunque riuscire ad aumentare la pressione. Per raggiungere questo obiettivo alcuni ricercatori hanno pensato a giganteschi specchi piazzati in orbita intorno a Marte, per concentrare la luce solare verso zone nel cui sottosuolo si trovi il ghiaccio. Il calore provocato dai raggi concentrati farà liquefare e poi evaporare l'acqua, che sotto forma di vapore andrà ad appesantire la tenue atmosfera marziana. Lo stesso risultato può ottenersi dipingendo di nero larghe regioni marziane in modo che assorbano più calore. Miniere su Phobos e Deimos potranno fornire i materiali necessari per la vernice nera (composti al carbonio) o per gli specchi orbitanti (alluminio disteso in sottili fogli di chilometri e chilometri quadrati).
Riuscire nell'impresa di aumentare, seppur di poco, la pressione e la temperatura marziane costituirebbe il detonatore di un processo che probabilmente continuerebbe in seguito da solo. La più spessa atmosfera marziana e la presenza di vapore acqueo metteranno immediatamente in funzione un piccolo effetto serra. Cioè il calore, provocato dall'irraggiamento solare della superficie, resterà intrappolato nell'atmosfera invece di disperdersi. L'effetto serra, a sua volta, facendo aumentare la temperatura, causerà lo scioglimento e l'evaporazione di nuovi strati di ghiaccio, rendendo l'atmosfera ancora più densa. L'atmosfera più densa aumenterà l'effetto serra e così via.
Probabilmente ad un certo momento l'atmosfera marziana troverà un nuovo equilibrio su valori di pressione e temperatura più alti. Questi nuovi valori, anche senza raggiungere quelli terrestri, potranno già essere sufficienti per far vivere qualche organismo proveniente dal nostro pianeta. Le prime forme di vita ad essere importate su Marte saranno alghe e batteri cui verrà affidato il compito di estrarre dai minerali presenti nel suolo marziano sostanze nutritive per le piante. Per svolgere questa loro funzione batteri ed alghe terrestri dovranno quasi certamente essere modificati dall'ingegneria genetica. Alcune zone già trattate con quei microrganismi cominceranno ad ospitare i primi vegetali. L'atmosfera marziana ricca di anidride carbonica sarà un luogo ideale per far crescere le piante che potranno moltiplicarsi rapidamente coprendo la superficie rossa di Marte con un manto verde. Con una pressione più forte anche le vicende meteorologiche saranno, nel frattempo, mutate: l'acqua scorrerà di nuovo sulla superficie e l'evaporazione darà luogo a nubi e piogge.
Le foreste marziane produrranno ossigeno e in qualche secolo ce ne sarà una quantità sufficiente per introdurre gli animali. Anche l'uomo potrà camminare sulla superficie marziana senza particolari sistemi protettivi. A causa della grande produzione di ossigeno ad opera del mondo vegetale il rischio di incendi su scala planetaria diventerà molto alto. Con un ultimo ritocco alla composizione atmosferica anche questo pericolo potrà essere evitato. L'introduzione di un gas inerte, l'argon, svolgerà una funzione analoga all'azoto atmosferico terrestre, diventerà cioè una specie di cuscinetto per frenare la feroce reattività dell'ossigeno.
Non è ancora chiaro se un progetto del genere sia realizzabile. Bisognerà attendere studi più dettagliati sulla composizione del suolo e sottosuolo marziano.
Tuttavia ammettendo che ostacoli insuperabili non ne blocchino la realizzazione, la bonifica di Marte richiederà, come minimo, un migliaio di anni. Ma l'uomo difficilmente investe soldi ed intelligenza in imprese di cui nemmeno i figli o i nipoti potranno vedere i risultati. I primi coloni di Marte dovranno quindi escogitare qualche altro metodo per rendere il pianeta rosso almeno parzialmente abitabile. Un progetto quasi fantascientifico per bonificare rapidamente alcune parti di Marte è già stato preparato. L'idea è di catturare asteroidi costituiti principalmente di ghiaccio e di scagliarli contro la crosta marziana. Nella voragine aperta dall'impatto, profonda qualche chilometro, la pressione sarà più alta di quella media per due ragioni. Quando sulla Terra saliamo a 2.000 o 3.000 metri di altezza notiamo che la pressione diminuisce, la colonna d'aria che ci sovrasta si è infatti accorciata di 2 o 3 chilometri. All'inverso, se pensiamo di trovarci in una voragine profonda 2.000 o 3.000 metri ci accorgeremo che la pressione è aumentata poichè la colonna d'aria sovrastante si è allungata. In modo simile, in fondo al cratere artificiale marziano, la pressione aumenterà.
Inoltre l'impatto del macigno cosmico farà fondere sia il ghiaccio presente nel sottosuolo sia quello di cui è costituito l'asteroide stesso.
Il vapore acqueo appesantirà ancora di più l'aria nella voragine. Se alla base del cratere (che dovrà essere prodondo 8 chilometri e largo un centinaio) la pressione raggiungerà i 300 millibar (un terzo di quella terrestre) potrà cominciare l'importazione di batteri e poi di piante.
Un piccolo ecosistema di tipo terrestre potrà svilupparsi all'interno della voragine. In quelle regioni l'uomo potrà camminare senza tuta protettiva, avrà tuttavia bisogno di una maschera di ossigeno esattamente come gli alpinisti che scalano montagne di oltre seimila metri di altezza.
La parte più complicata di questo progetto è ovviamente la cattura e il dirottamento degli asteroidi, ma anche per questo particolare è stata prospettata una soluzione.
Un uso pacifico di bombe termonucleari sistemate sull'asteroide prescelto potrà deviarne la traiettoria fino ad immetterlo su una rotta di collisione con Marte. Quanti anni richiederà la caccia, la cattura, il dirottamento?
Tenendo conto che quei corpi minori si trovano tra Marte e Giove e che si dovrà attendere una posizione favorevole tra il macigno candidato e il pianeta rosso, l'impresa di catturare un solo asteroide potrà richiedere anche 30 o 40 anni. ∞